

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



SIEMBRA DE BAMBÚ COMO PROPUESTA ANTE LA EROSIÓN HÍDRICA EN LA RIBERA DEL RIO YUNA DEL TRAMO DE LA COMUNIDAD EL VERDE, MUNICIPIO BONAO, PROVINCIA MONSEÑOR NOUEL, AÑO 2016.

PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTANTES:

CARLOS ENRIQUE FERRERAS PERALTA 11-1048

JUAN MANUEL OSORIA SUAREZ 12-1384

“Los conceptos emitidos en la presente investigación son responsabilidad de quienes lo sustentan”.

ASESORA:

ING. SANDRA JOSÉ CLASES

**SANTO DOMINGO, D.N.
JUNIO, 2016**

Agradecimiento

A Dios, en primer lugar por proveernos la oportunidad de completar este proceso y encaminarnos hacia nuevos horizontes de preparación profesional.

A nuestro Director de la Escuela de Ingeniería, Ing. Ramón Tavares, por ser una persona humilde y siempre dispuesto a solucionar cualquier situación académica que se nos presentó en el camino.

A nuestra Asesora Ing. Sandra José Clases, excelente asesora, por una colaboración invaluable, por su plena disposición para ayudarnos en todo el proceso de este trabajo de grado.

Al cuerpo docente en general de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), A nuestros maestros y maestras, a quienes agradecemos por su apoyo incondicional, por la confianza que depositaron en nuestra capacidad como estudiante. Cada uno de ellos aportó su granito de arena y por eso solo podemos decir: Gracias!

Dedicatoria

A Dios: Por ser la luz en mi vida, por brindarme sabiduría e inteligencia y sobre todo por guiarme en el logro de una más de mis metas.

A mis Padres: DR. Enrique Ferreras y Lic. Inés Peralta, seres que me procrearon, me educaron e inculcaron valores que me han hecho una mejor persona, gracias por todo su apoyo a nivel espiritual, económico y emocional.

A mis Hermanas: Massiel y Evelyn. Por su cariño, apoyo en cada etapa de mi vida y ser mis inspiraciones a seguir. Las Amo Mucho

A mi querida Novia: Shantall Hernandez por su inmenso apoyo emocional, siempre en esos momentos adversos cuando pensé que no podía más, tú estabas ahí motivándome con el escrito esta: *“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece”*

A mis Amigos y Colegas: Quienes en todo momento me animaron para culminar mi meta profesional, quienes en los momentos difíciles siempre tuvieron las palabras correctas para animarme a seguir adelante. Muchas gracias!

A la Iglesia Adventista del Séptimo Día: Por su constante perseverancia a través de la oración, y su constante apoyo a nivel espiritual y profesional.

Carlos Enrique Ferreras Peralta

Dedicatoria

A **Dios**, porque es mi norte y lo primero en mi vida, porque pone en mi los conocimientos y las fuerzas para salir a luchar cada día.

A mi padre, **Ing. Héctor Manuel Osoria**, porque a pesar no estar físicamente conmigo, sé que desde el cielo me has guiado en este proceso académico y puedo sentir en mi corazón el orgullo que sientes. Gracias por todos tus de consejos y todos los recuerdos lindos que siempre tendré de ti.

A mi madre, **Licda. Luz Mercedes Suarez**, porque has sido mi soporte desde que tengo consciencia, guiándome, orientándome y enseñándome que debo seguir un buen camino, estudiando y superándome. Las palabras no son suficientes para describir mi agradecimiento hacia ti, porque todo lo que tienes lo has compartido conmigo y todo lo que he necesitado tú me lo has dado con mucho esfuerzo. Si tuviera la oportunidad de elegir a la mujer que sería mi madre te elegiría mil veces más. Gracias por tu amor incondicional mi madre Hermosa!

A mi hermana, **Angélica Maria Osoria**, quien siempre ha estado conmigo, en momentos malos y buenos, Gracias manita por estar ahí cuando te necesito.

A mi súper novia, **Licda. Luz Acosta Molina**, no tengo palabras para agradecerte todo lo que has hecho por mí en todo este proceso académico, gracias amor por siempre estar dispuesta a ayudarme, orientarme y darme ánimo, gracias princesa!!

A mi comunidad cristiana, **Sal y Luz** gracias mis hermanos/as por sus oraciones y apoyo incondicional, los amo a todos!

A mis dos mejores amigos, **Vicente Melo y William Mercedes**, gracias mis hermanos por siempre estar pendiente en todo mi proceso académico, los quiero mucho, gracias por todo!

Juan Manuel Osoria Suarez

Índice

INDICE	I
INDICE DE FIGURAS	III
INDICE DE TABLAS	IV
INTRODUCCIÓN	V
RESUMEN	VI
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.5 ANTECEDENTES	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.1 BAMBÚ	7
2.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	8
2.3 CARACTERÍSTICAS DEL BAMBÚ	8
2.4 RAÍZ O RIZOMA.....	9
2.5 TALLO Y FISIOLOGÍA	10
2.6 HOJA Y FLORACIÓN	11
2.7 ESPECIES DE BAMBÚ.....	12
2.7.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE BAMBÚ	13
2.8 PROPAGACIÓN DEL BAMBÚ	14
2.9 FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN LA SIEMBRA DE BAMBÚ	14
2.10 VIVERO.....	16
2.10.1 TÉCNICA DEL VIVERO.....	17
2.10.2 VIVEROS DE PLANTACIONES DE BAMBÚ EN REPÚBLICA DOMINICANA	17
2.11 PLAGAS QUE AFECTAN EL BAMBÚ	18
2.12 BENEFICIOS Y USOS DEL BAMBÚ.....	19
2.13 SIEMBRA DE BAMBÚ EN LA RIBERA DE LOS RÍOS.....	20
2.14 EROSIÓN DEL SUELO.....	21
2.15 EROSIÓN HÍDRICA.....	22
2.16 PROCESOS QUE INTERVIENEN EN LA EROSIÓN HÍDRICA	25
2.17 MECANISMOS Y FACTORES DE LA EROSIÓN	29
2.17.1 <i>Existen cinco factores responsables de la erosión hídrica del suelo:</i>	30
2.18 CONSECUENCIAS DE LA EROSIÓN.....	31
2.19 MARCO CONCEPTUAL	32

2.20 MARCO CONTEXTUAL.....	33
2.20.1 DESCRIPCIÓN DEL LUGAR.....	33
2.20.2 <i>Suelos</i>	34
2.20.3 <i>Aspecto Geológico</i>	35
2.20.4 <i>La Vegetación</i>	36
2.20.5 <i>Clima</i>	37
2.20.6 <i>Población y Aspectos Económicos</i>	38
2.20.7 <i>Hidrología</i>	39
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	43
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	44
3.3 PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	45
3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	47
3.5 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	47
3.6 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	48
3.7 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS	49
3.8 PRESUPUESTO	52
CAPÍTULO IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN	54
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	60

Índice de Figuras

FIGURA 1: BAMBÚ.....	7
FIGURA 2: PLANTACION DE GRAMINAE Y BAMBUSOIDEAE.	8
FIGURA 3: RAÍZ O RIZOMA.	9
FIGURA 4: TALLO.	10
FIGURA 5: HOJA Y FLORACIÓN.....	11
FIGURA 6: PLANTONES DE BAMBÚ.	14
FIGURA 7: HILERA DE PLANTONES DE BAMBÚ.	16
FIGURA 8: BAMBÚ INFECTADO POR PLAGAS.	18
FIGURA 9: BAMBÚ EN LA RIBERA DEL RIO YUNA.....	20
FIGURA 10: RIBERA EROSIONADA.	21
FIGURA 11: RIBERA EROSIONADA.	24
FIGURA 12: DESPLAZAMIENTO DE PARTÍCULAS EN UNA LADERA PRODUCIDO POR EL SALPIQUE.	25
FIGURA 13: EROSIÓN DE UNA LADERA ENTRE DOS SURCOS.	26
FIGURA 14: EROSIÓN POR SUFUSIÓN.	26
FIGURA 15: MOVIMIENTOS EN MASA.....	27
FIGURA 16: MARCO CONCEPTUAL.....	32
FIGURA 17: UBICACIÓN DEL TRAMO OBJETO DE ESTUDIO.....	33
FIGURA 18: SUELO ADYACENTE AL TRAMO.....	34
FIGURA 19: GEOLOGÍA DEL TRAMO.....	35
FIGURA 20: VEGETACIÓN ADYACENTE AL TRAMO.	36
FIGURA 21: VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA MULTIANUAL EN REPÚBLICA DOMINICANA.	37
FIGURA 22: VISITA AL TRAMO OBJETO DE ESTUDIO.....	62
FIGURA 23: VISITA A COTUI RIBERA DEL RIO YUNA.....	63
FIGURA 24: VISITA A COTUI (UTECA) ACOMPAÑADOS DE LOS ING. ARISMENDI Y ANA.....	62
FIGURA 25: RIBERA EROSIONADA EN EL TRAMO OBJETO DE ESTUDIO.....	621
FIGURA 26: TRAMO OBJETO DE ESTUDIO.	622
FIGURA 27: PLANTACIONES AGRÍCOLAS ADYACENTES AL TRAMO.....	622
FIGURA 28: SISTEMA RADICULAR DEL RIZOMA DEL BAMBÚ.....	623
FIGURA 29: SIEMBRA DE BAMBÚ EN LA RIBERA DEL RIO YUNA.....	623
FIGURA 30: SIEMBRA DE BAMBÚ EN LA RIBERA DEL RIO YUNA.....	624
FIGURA 31: VISITA A COTUI SIEMBRA DE BAMBÚ EN LA RIBERA DEL RIO YUNA.....	624
FIGURA 32: VISITA A COTUI SIEMBRA DE BAMBÚ EN LA RIBERA DEL RIO YUNA.....	625
FIGURA 33: SIEMBRA DE BAMBÚ EN LA RIBERA DEL RIO ESPEJO (COLOMBIA).....	625

Índice de Tablas

TABLA 1: RESUMEN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE BAMBÚ EN REP.DOM.....	13
TABLA 2: AFLUENTES PRINCIPALES DEL RIO YUNA.....	39
TABLA 3: PRESAS EN FUNCIONAMIENTO EN LA CUENCA DEL RIO YUNA.....	40
TABLA 4: DISTRITOS DE RIEGO EN LA CUENCA DEL RIO YUNA.....	41
TABLA 5: VALORES DE CAUDALES MÁXIMOS, MÍNIMOS Y MEDIOS ANUALES EN M ³ /S.....	42
TABLA 6: PRESUPUESTO GENERAL PARA LA SIEMBRA DE BAMBÚ, EN RD\$.....	52
TABLA 7: ANÁLISIS FINANCIERO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA SIEMBRA DE BAMBÚ EN R.D.\$/ TAREA	53

Introducción

El Bambú es una planta herbácea, de sistema vegetativo, que forman nudos y entrenudos. Es originario de la India, pertenecen a la familia de las gramíneas y poaceae, subfamilia: bambusoideae. Características únicas de la planta de bambú es ser una planta leñosa de hoja perenne y de crecimiento vertical, es conocida por ser la hierba de crecimiento rápido y son endémicas de la costa de China. Su desarrollo resulta increíblemente rápido (a veces unos veinte centímetros cada día) llegando a superar los diez metros.

Esta planta representa uno de los más grandes recursos naturales renovables del universo, ya que provee una gran variedad de productos forestales de diversos usos, los cuales juegan un rol vital en la economía. El Bambú se conoce por sus múltiples aplicaciones, tales como: material para la fabricación de papel, cultivo de sombra, material de elaboración de instrumentos musicales, materia prima para la elaboración de muebles decorativos, como cultivo nutritivo y medicinal, si se reunieran todas estas aplicaciones se podría afirmar que esta planta diversifica enormemente el potencial de su uso.

También, cabe destacar que ante la problemática que trae la erosión hídrica y los desbordamiento de las cuencas hidrográficas, la siembra de bambú es una excelente propuesta, pues actúa como una barrera que estabiliza las riberas y las quebradas, lo que a su vez se traduce en el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades adyacentes, siendo esta gran aplicación el enfoque de esta tesis, es decir, proponer la implementación de la siembra de bambú como opción ante la erosión hídrica de un tramo en la ribera del río Yuna.

Resumen

El presente estudio se planteó como objetivo general proponer la implementación de la siembra de bambú como opción ante la erosión hídrica de un tramo en la ribera del río Yuna. Para la muestra fue seleccionado un tramo del río como muestra representativa, definido desde la comunidad el verde, hasta su punto final específicamente en el municipio de Bonaó, provincia Monseñor Nouel, obtenida mediante el muestreo de tipo no probabilístico casual o incidental, en el cual el investigador selecciona directa e intencionalmente. El análisis de la información se realizó de manera interpretativa, debido a que es una manera efectiva para la presentación y comprensión de los mismos. Según los resultados obtenidos se determinó que la propuesta de implementación de la siembra de bambú como opción ante la erosión hídrica de un tramo en la ribera del río Yuna, es un método efectivo y con aportes ambientales para contrarrestar la erosión hídrica del suelo. Debido a estos resultados, recomendamos: elaborar una propuesta para exponer las consecuencias de la erosión hídrica a las instituciones del país implicadas en este tema y de esta manera conseguir su apoyo para llevar a cabo el proyecto de siembra de bambú, abastecer los viveros de las especies de bambú que se recomiendan para la siembra en la ribera del tramo seleccionado del río Yuna y realizar investigaciones más profundas sobre la utilidad del bambú para contrarrestar la erosión hídrica, logrando obtener mayor información acerca de la problemática y sus soluciones.

Capítulo I. El problema de investigación

1.1 Planteamiento del Problema

Según Dumas, A. (2012) el suelo es un recurso no renovable que sirve como soporte de una gran cantidad de actividades productivas esenciales para el hombre, lo que hace que exista un estrecho vínculo de dependencia entre ambos.

Por otro lado Pimentel, D. et al., 1995 citado por Dumas, A. (2012) explica que existen diversos factores de degradación de los suelos que pueden poner en peligro la sostenibilidad de esta relación. Entre ellos cabe destacar la erosión del suelo, que constituye al mismo tiempo uno de los problemas medioambientales globales más importantes.

Por su parte Isa, M. (2014) en su artículo sobre la erosión hídrica publicado en el periódico hoy afirma que es la erosión hídrica es el fenómeno que nos deja sin suelos, explica que gota a gota, la lluvia cava la tierra, desprende partículas que transporta hacia ríos y arroyos, cuyo lecho se sedimenta y agranda, se vuelve menos profundo, potenciando el riesgo de violentas crecidas e inundaciones que desprenden suelos que tomaron miles de años para formarse.

Según la FAO (2011) la plantación de bambú es realizada con el objetivo de reducir los efectos de las inundaciones, se han realizado plantaciones de bambú y otras especies forestales a lo largo de 134 km en puntos críticos de los ríos Yaqué del Norte y Yuna, con lo cual se espera proteger aproximadamente 10,000 ha de los principales cultivos de la zona, beneficiar aproximadamente a 85 mil familias, y disminuir la erosión de suelos, el deslizamiento de laderas, y en sentido general amortiguar el efecto nocivo de precipitaciones intensas y prolongadas.

Los bambúes son fáciles de cultivar, utilizar, transportar, cortar y moldear, tienen un rápido crecimiento y alcanzan la madurez relativamente en un período de tiempo corto. Mercedes (2006)

Esta investigación propone la siembra de bambú como opción ante la erosión hídrica del suelo en la ribera del Río Yuna, ya que la degradación de los suelos ocasiona la pérdida total o parcial de su productividad, por esta razón nuestro enfoque va dirigido a la erosión hídrica que es en la cual el suelo y sus partículas son separadas por el agua.

1.2 Preguntas de Investigación

- 1) ¿Cuáles son las especies de Bambú a utilizar para la siembra en la ribera del río Yuna?
- 2) ¿Qué método es el óptimo para la siembra de bambú en el tramo de la ribera del río Yuna?
- 3) ¿Cómo disminuir la sedimentación del cauce del tramo del río Yuna?
- 4) ¿Cómo reducir la vulnerabilidad de las áreas de producción agrícola adyacentes a la ribera del Río Yuna, cuando ocurran fenómenos naturales o periodos de lluvia prolongados?

1.3 Justificación

La guía técnica del cultivo de bambú elaborada por Mercedes, J. (2006) el bambú representa uno de los más grandes recursos naturales renovables del universo ya que provee una gran variedad de productos forestales de diversos usos, los cuales juegan un rol vital en la economía, incluyendo la utilización del mismos en las riberas de los ríos.

Según Crespí, S. et al., (2007) citada por Dumas, A. (2012), la erosión del suelo se define como un fenómeno geológico complejo producido por el desprendimiento y transporte de partículas y material del suelo que se terminan depositando en otro lugar, el cual es un fenómeno natural que representa una amenaza que constituye el desgaste de los suelos, por lo que esta investigación sugiere el uso del bambú como recurso contra este fenómeno.

En el proyecto MA-FAO-AECID (2011), se evidenció que debido a los desbordamientos de los ríos, aumentan las inundaciones, que a su vez afectan los cultivos, los cuales son productos de exportación y de consumo nacional por lo que representa una gran pérdida, sin mencionar los daños que causan las inundaciones a los medios de producción, el ganado, las infraestructuras y las vidas humanas.

Esta investigación se considera trascendental puesto que los resultados obtenidos pueden arrojar conocimientos útiles que permitan la protección de la ribera del río con la siembra de bambú, debido a su rápida propagación y lo resistente de sus raíces.

Este estudio pretende lograr que las personas que intervienen de manera directa con la siembra de bambú y con la protección de las riberas de los ríos, adquieran herramientas e información productiva para realizar un trabajo especializado.

Los resultados de esta investigación, serán útiles para motivar la implementación de la reforestación y siembra de bambú, contemplando su uso para el cuidado de las riberas de los ríos.

Por otra parte, la investigación contribuirá una comparación con resultados obtenidos en investigaciones realizadas anteriormente tanto en otros países como en República Dominicana.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Proponer la implementación de la siembra de bambú como opción ante la erosión hídrica de un tramo del río Yuna de la comunidad el verde, municipio Bonao, provincia Monseñor Nouel, año 2016.

1.4.2 Objetivos específicos

- 1) Especificar las especies de bambú a utilizar para la siembra en el tramo de la ribera del río Yuna.
- 2) Evidenciar cual es el método óptimo de siembra de bambú en el tramo de la ribera del río Yuna.
- 3) Identificar como disminuir la sedimentación del cauce del tramo del río Yuna.
- 4) Determinar cómo reducir la vulnerabilidad de las áreas de producción agrícola adyacentes a la ribera del río Yuna, cuando ocurran fenómenos naturales o períodos de lluvia prolongados.

1.5 Antecedentes

Nacionales

La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), con fondos de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y el Ministerio de Agricultura (Proyecto MA-FAO-AECID, 2011) plantean como objetivo la plantación de bambú en puntos críticos de dos de los principales ríos de la República Dominicana: río Yaque del norte y río Yuna, para la reducción de los efectos de las inundaciones. Con la intervención se ha logrado plantar 134 km de puntos críticos en las riberas de los principales ríos de las zonas de influencia del proyecto, así como algunos ríos y cuencas hidrográficas que representan también peligro para esas zonas: río Yaque (Región Noroeste) y río Yuna (Nordeste), además del río Masacre, Gualete y otras cuencas de lagunas y presas, los cuales cuando hay inundaciones provocan pérdidas equivalentes a millones de pesos en la agropecuaria de ambas regionales; logrando superar la meta inicialmente prevista de 20 km.

Según De Jesús y Acosta (2015) Ingenieros de la Universidad Tecnológica Del Cibao Oriental (UTECO) su investigación planteó como objetivo general mejorar las condiciones ambientales de la red hídrica de las regiones Cibao Sur y Cibao Oriental enfocada a la adaptación al cambio climático, promoviendo la recuperación de los márgenes de los ríos e incrementando la captura de dióxido de carbono (CO₂). El primer semestre el proyecto se ha desarrollado de manera eficiente, dispone de equipos, plantas y experiencia, se debe reorientar las acciones para integrar las organizaciones y grupos de intereses claves.

El Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), junto a la Secretaria de Estado de Agricultura (SEA) y la Agencia de Cooperación del Japón (JICA) formularon el Proyecto de Agricultura Sostenible (PAS) en la estación experimental del Proyecto de Agricultura Sostenible en Pontón , La Vega (2004).

Planteándose como objetivo aumentar la productividad y mejorar localidad de vida de los hombres del campo, a través de la promoción, validación y transferencia de tecnologías sostenibles y amigables al medioambiente. Validando la tecnología en rubros de bambú, yuca, ñame, yautía, entre otros.

La Misión Técnica de Taiwán a través del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) realizó la donación de un Centro de Capacitación para la fabricación de productos a base de Bambú en la comunidad de los Marranitos, Jarabacoa (2006), con el objetivo de contribuir a mejorar los ingresos familiares de la población rural residente en la microcuenca de los Dajaos y comunidades aledañas, mientras se fomenta la conservación de los recursos naturales de una manera sostenible. A través de este centro se ha capacitado a los estudiantes sobre los múltiples usos del bambú para la protección de los recursos naturales, mostrándoles que puede ser un excelente protector y regulador del flujo de agua y un gran captador de carbono y a su vez es excelente para la protección del suelo. En adición el bambú es utilizado para la construcción de casas, secaderos, viveros y almacenes rurales y para la fabricación de muebles por esta razón también se les capacita para realizar estas labores.

Internacional

Sierra Exportadora, Perú, (2013) realizó la publicación titulada: Sierra Exportadora promueve la siembra del bambú para la DEFENSA RIBEREÑA Y ESTABILIZACION DE TALUDES, estudio que tiene como objetivo plantar bambú en la franja destinada a protección de las riberas de los ríos y quebradas; así como, estabilización de taludes en situación de riesgo. La idea es que esto se haga en cada Región y sean los Gobiernos Regionales que inicien esta tarea. Plantar bambú en el corto plazo brinda servicios ambientales como: protección ribereña, estabilización de taludes, regulación del ciclo hidrológico en la cuenca, la captura del CO₂ (54 m³/Ha aprox.) que se pueden convertir en un negocio ambiental por la emisión de los Certificados de Reducción de Emisiones – CER (Bonos de Carbono) y su venta en el mercado de carbono.

2.1 Bambú

El bambú es una planta que está formada por un sistema de ejes vegetativos segmentados, que forman alternamente nudos y entrenudos, que varían en su morfología según que correspondan al rizoma, al tallo o a las ramas. (Mercedes, J., 2006)

Según la USDA (2013) el bambú son plantas herbáceas como leñosas, y están presentes de manera natural en todos los continentes a excepción de Europa. Presentan dos tipos de hojas: a) de las ramas, que son verdes y pseudopecioladas y b) del tallo que son cafés, basales y coriáceas. Ver figura 1.



Figura 1: Bambú.

Fuente: Propia. Vivero UTECO, Cotui, (2016)

Sin embargo para Montiel, M. (s.f.) el bambú es considerado un árbol único en el Reino de las plantas, la cual es de gran utilidad como material de escritura de los antiguos, herramienta de contemporáneos, alimento, albergue y abrigo del pueblo y material industrial de un millar de usos.

Mientras que Rosa, M. (2011) indica en su artículo que las plantas de bambú pertenecen a la familia de las gramíneas y poaceae subfamilia bambusoideae. Características únicas de la planta de bambú es ser una planta leñosa de hoja perenne y de crecimiento vertical, es conocida por ser la hierba de crecimiento rápido y son endémicas de la costa de China.

Noire, A. (s.f.) el Bambú es originario de la India y su desarrollo resulta increíblemente rápido (a veces unos veinte centímetros cada día) llegando a superar los diez metros. Del Bambú se procede a la recolección de los nudos de su tallo, y el exudado que se obtiene de ellos se utiliza para la medicina natural.

2.2 Clasificación Botánica

Según la Guía de Cultivo de Bambú (2006) el bambú se clasifica de la siguiente manera:

- División: Espermatoxita.
- Subdivisión: Angiosperma.
- Clases: Monocotiledoneae.
- Orden: Glumiflorae.
- Familia: Graminae.
- Sub-Familia: Bambusoideae.
- Nombre Vulgar: Caña Brava, Bambú, Guadua. Ver figura 2.



Figura 2: Plantación de Graminae y bambusoideae.
Fuente: Propia. Vivero UTECO, Cotui, (2016)

2.3 Características del Bambú

Según Mercedes, J. (2006) las características que hacen a los bambúes diferentes del resto son las siguientes:

- Tienen hábito perenne.
- Los rizomas generalmente se presentan bien desarrollados.
- Los tallos o culmos son siempre lignificados y fuertes.
- Las hojas presentan un pseudopecíolo.
- El antecio presenta tres lodículas.
- El período de floración puede tomar muchos años, en algunas especies más de cien años describe algunas de las características típicas del bambú.
- Son de rápido crecimiento alcanzando de 8 a 120cm por día, según las especies.

Sin embargo el INDRHI en su programa de manejo de cuentas (1982) explica que la subfamilia Bambusoideae comprende dos tribus: Las Olyreae que incluye todos los llamados “bambúes herbáceos” y que no presentan las características antes mencionadas; y la tribu, Bambuseae, son los denominados bambúes verdaderos o simplemente bambúes.

2.4 Raíz o Rizoma

Según Mercedes, (2006) la raíz del Bambú se denomina rizoma y se diferencia por la forma y hábito de ramificación. El rizoma tiene una gran importancia, no sólo como órgano en el cual se almacenan los nutrientes que luego distribuye a las diversas partes de las plantas, sino como un elemento básico para propagación del bambú, que asexualmente, se realiza por ramificación de los rizomas. Un dato importante es que los



Figura 3: Raíz o Rizoma.

Fuente: Propia. Vivero UTECO, Cotuí, (2016)

ahijamientos o rebrotes de los Bambúes son permanentes y continuos, lo cual permite que puedan ser explotados en todo su ciclo biológico, a la vez que se aprovecha su función de protección al suelo. Ver figura 3.

Para Aguilar, R. (2005) El rizoma es un tallo subterráneo que se presenta en un gran número de plantas. Es una de las características que definen a un bambú leñoso, y su función es fijar al suelo con más fuerza la porción aérea de la planta misma. Del rizoma se generan las raíces y los culmos aéreos, los rizomas almacenan agua y nutrientes.

Montiel, M. (1998) denomina rizoma a las raíces o sea la parte subterránea de la planta, la cual le da anclaje, almacena nutrientes y constituye el fundamento estructural de la planta; además de que se utiliza como "semilla" para la reproducción asexual.

Sin embargo el artículo publicado por Bambumex (2013) afirma que las raíces del bambú no deben de confundirse con los rizomas, ya que estos últimos, son tallos subterráneos que tienen una función de sostén y almacenamiento de alimentos; en cambio en las raíces la función principal es la absorción de agua y nutrientes minerales desde el suelo y a toda la planta, de igual manera las raíces de los bambúes no llevan hojas, ni escamas foliares como los rizomas. Los bambúes tienen raíces no articuladas, no tienen nudos y entrenudos, poseen una punta o cofia endurecida que internamente lleva un tejido de crecimiento el cual recibe el nombre de Meristemo.

2.5 Tallo y Fisiología

Según Mercedes, J. (2006) el tallo del bambú es propiamente dicho el culmo, al que también se llama caña o vara. Normalmente presenta una forma cilíndrica; los entrenudos pueden ser huecos o macizos y los nudos pueden ser prominentes, el cual a diferencia de otras plantas, no tiene crecimiento diametral, disminuyendo proporcionalmente con la altura. Ver figura 4.



Figura 4: Tallo.

Fuente: Propia. Vivero UTECO, Cotui (2016)

Mercedes continúa explicando que una vez que el bambú brota del suelo, lo hace con el diámetro máximo que tendrá de por vida, y este no aumenta de grosor sino que disminuye con la altura, por otro lado indica que el color del tallo podría variar desde verde, amarillo, rojo, blanco, púrpura a negro.

El artículo publicado por Bambumex (2013) indica que la palabra culmo procede del inglés culm lo que significa caña, al culmo también se le puede nombrar como: vara, tallo, bambú, otate, carrizo, palo, palo de bambú y diversas palabras de acuerdo a la persona y región determinada. Dos términos que podrías ser usados son: caña de bambú y/o culmo de bambú.

Según el artículo publicado por Construpedia (2008) los esbeltos tallos de bambú poseen cualidades excepcionales que le permiten varias aplicaciones. Son flexibles, ligeros y lo cual admiten su empleo en construcciones. Se emplean en construcciones en los lugares de donde son oriundos, zonas de climas cálidos y húmedos tales como el sudeste asiático.

León, J. (1987) afirma que una de las principales características del bambú es la dureza de las paredes de sus tallos y esta dureza se debe a que todos los tejidos están impregnados de sílice, explica que la pared externa de la epidermis de los tallos es muy gruesa y que debajo de ella como en la caña de azúcar hay una zona de fibras finas en cordones que se alternan con tejidos más suaves.

2.6 Hoja y Floración

Para Mercedes (2006) las hojas son muy variables en tamaño y forma ya que pueden ser ovales, lanceoladas, oblongo-lanceoladas, lisas o casi lisas en la superficie superior. Las hojas de los bambúes también varían de las del resto de las gramíneas. Ver figura 5.



Figura 5: Hoja y Floración.

Según Jaquit, N. (2000) (citado por Mercedes, 2006) es normal que durante la primavera se noten hojas caídas o amarillas en el tallo. Esto es un proceso normal de renovación de sus hojas aunque lo más común es que el bambú posea una mezcla de hojas en desarrollo, verdes amarillentas y secas.

Fuente: Propia. Vivero UTECO, Cotui (2016)

El artículo publicado por Bambumex (2013) establece que en los bambúes como en muchas otras plantas, el concepto de hoja es muy diverso, pues en toda la planta de bambú se presentan varios tipos de ellas. En general las hojas son enteras, con venación paralela, y la vaina está siempre bien desarrollada. Las hojas de los bambúes también se presentan en la protección de un meristemo o una yema, las más evidentes son las *hojas caulinares*, aquellas hojas que se localizan principalmente en la base de los culmos o protegiendo totalmente al nuevo brote. En la base de las ramas primarias también existen hojas, y protegiendo a las yemas en los nudos de los culmos se presentan pequeñas hojas conocidas como *profilas*. El desarrollo de las espinas en *Guadua* está bajo la resguardo de hojas protectoras. En la inflorescencia de un bambú existen hojas diminutas conocidas en general como *brácteas*, y los estambres y pistilos de la flor son consideradas hojas modificadas que en conjunto reciben el nombre botánico de esporofilas.

Para Mercedes (2006) existen varias teorías que tratan de explicar las causas de la floración, pero ninguna está lo suficientemente documentada, por lo que sólo se presenta un breve comentario para cada una de las tres principales que son:

- **Teoría periódica:** asegura que el ciclo de regeneración del bambú, a través de métodos asexuales por medio de rizomas y el alargamiento de la caña, alcanza la madurez cuando la planta florece.
- **Teoría de mutación:** considera que la regeneración del bambú a través de cualquier método de propagación asexual es una mutación que provoca la floración.
- **Teoría de la nutrición:** propone que la floración y la fructificación son usualmente el resultado de problemas fisiológicos que provienen mayormente de un pobre crecimiento de las células, ocasionado por un desbalance de la relación carbono-nitrógeno.

2.7 Especies de Bambú

Frecuentemente una misma especie es clasificada por diferentes botánicos, en géneros diferentes, pero la realidad es que todos los continentes, con excepción de Europa, tienen especies nativas de bambú. A la fecha ha sido imposible determinar con exactitud el número de especies existentes en el mundo, se estima que existen 107 géneros y 1300 especies de bambú en el mundo, de las cuales 140 tienen usos industriales o artesanales. (Mercedes, 2006)

Existen más de 1400 especies de bambú en el mundo que son consideradas Plantas con Flores verdaderas, aunque frecuentemente sea difícil poder observar como son las flores de un bambú, los bambúes también tienen frutos verdaderos. Las Angiospermas Monocotiledóneas o Plantas con Flores comprenden la mayor parte de la flora del mundo con un número aproximado de 250,000 especies, casi la totalidad de las plantas que consume y usa el hombre pertenecen a este gran grupo de vegetales. (Bambumex, 2013)

La mayoría de bambú no invasivo (Rizoma Simpodial) se encuentran en bosques tropicales, subtropicales o en clima templado, y aunque muchos de ellos sobreviven a temperaturas muy bajas, la temperatura óptima para su buen desarrollo es por encima de los 18°C y una humedad relativa media-alta. (Aucero, 2009).

2.7.1 Clasificación de las especies de Bambú

Especie	Características	Usos
<i>Bambusa dolichoclada</i> Hay	Puede plantarse hasta los 700msnm. caña verde, recta de hasta 20 m. y 10 cm de diámetro, entrenudos de 20 a 45 cm., Rizoma paquimorfo.	Artesanía, construcciones tejidos, muebles, tutor de plátanos y otros cultivos, reforestación y protección márgenes ríos y taludes.
<i>B. edulis Riviera</i>	Puede plantarse hasta los 700msnm. caña crece en zig-zag, brote con muchos pelos, comestible y delicioso, crece hasta 20 m. con 10 cm de diámetro, entrenudos de 20 a 45 cm., Rizoma paquimorfo, Debe repoblarse cada 6 a 10 años	Comestible de muy buena calidad, puede consumirse fresco, seco y enlatado; elaboración de instrumentos musicales, pulpa de papel artesanía, construcciones, tejidos, muebles y otros
<i>B. oldhamii</i> Munra	Puede plantarse hasta la 700msnm. caña de 6 a 12m, con diámetro de 3 a 12 cm, caña verde en zig-zag, entrenudos de 20 a 35 cm. , Rizoma paquimorfo, Requiere suelos fértiles y húmedos.	Comestible de muy buena calidad, puede consumirse fresco, seco y enlatado; elaboración de instrumentos musicales, pulpa de papel, artesanía, construcciones, tejidos, muebles y otros
<i>B. stenostachya</i> Hack	Puede plantarse hasta los 700msnm. caña verde, crece hasta 25 m, diámetro de 5 a 20 cm, entrenudos de 13 a 35 cm. Nudos muy ramificados. Ramas con espinas muy filosas, Rizoma paquimorfo.	Elaboración de instrumentos agrícolas, reforestación, cortinas rompevientos en playas, construcciones, artesanía, tutores, muebles y otros. Brote amargo, comestible en forma seca, sabor agrio.
<i>B. vulgaris</i> Scharad ex. Wendl)	Se planta hasta los 800msnm. caña de 10 a 20 m, diámetro de 5 a 15 cm, color verde, entrenudos de 20 a 40 cm., Rizoma paquimorfo, nudos abultados, aprovechable al 3er. Año. Es una especie naturalizada en la República Dominicana	Muy resistente, elaboración de instrumentos agrícolas, tejidos, reforestación, pulpa de papel, artesanía, construcciones, tutores, muebles y otros.
<i>Dendrocalamus latiflorus</i> McClure	Se planta a partir de los 100msnm. caña verde limpia, crece hasta 20 m, diámetro de 5 a 20 cm, entrenudos de 20 a 70 cm., Rizoma paquimorfo. Requiere buena humedad del suelo	Elaboración de instrumentos agrícolas, reforestación, cortinas rompevientos, márgenes de ríos, pulpa de papel, construcciones, balsas de navegación, artesanía, tejidos, tutores, muebles; brote comestible en forma fresca, seca y enlatado, sus hojas se usan para producir alcohol.
<i>Guadua angustifolia</i> ó <i>B. Guadua</i>	Se planta hasta los 700msnm. caña verde, crece hasta 25 m, con diámetro de 15 cm, paredes gruesas, entrenudos de 13 a 35 cm., Rizoma leptomorfo.	Construcción de remos, reforestación, cortinas rompevientos, pulpa de papel, construcciones, artesanía, tejidos, tutores, muebles,
<i>Phyllostachys makinoi</i> Hay	Puede plantarse entre los 500 a 2.000 msnm. caña flexible de 6 a 16 m, con un diámetro de 2 a 10 cm, color verde, entrenudos de 12 a 40 cm., Rizoma leptomorfo, aprovechable al 4to. año.	Muy buena calidad y amplio uso en construcción de artesanía, reforestación; casas, tutores, tejidos, muebles, pulpa de papel, cortinas rompevientos, brote delicioso comestible en forma fresca, seca y enlatado.

Tabla 1: Resumen de las principales especies de Bambú en Rep.Dom.

Fuente: Mercedes, Jose, (2016)

2.8 Propagación del Bambú

Los métodos de propagación o reproducción de los bambúes pueden ser sexuales o asexuales, mediante el uso de semillas, vástagos, siembra de rizomas, en algunos casos por acodos y masivamente por corte de secciones de tallos. (Mercedes, 2006)



Figura 6: Plantones de Bambu.

Fuente: Propia. Vivero UTECO, Cotui, (2016)

Según Watkins (2012) el bambú puede cultivarse desde semilla o ser propagado por división de la planta o cortes vegetativos. Ver figura 6.

Simplemente cavar una porción de la planta y replantarla es un método muy efectivo de propagación, especialmente con variedades corrientes. La propagación por cortes del tallo requiere más tiempo y cuidado. (Watkins, 2012)

2.9 Factores Ambientales que influyen en la siembra de Bambú

❖ Lluvias y Humedad

Según Vélez, S. (s.f.) el agro-sistema de guadua (bambú) se caracteriza por tener los mayores contenidos de humedad (34,88%); porcentaje que se considera alto si se compara con un cultivo de cítrico que es del 19,71%. Los guaduales con mayor densidad aparente y real son los que poseen suelos con mayor volumen de poros y por consiguiente pueden retener más humedad, así mismo el contenido de la materia orgánica y residuos vegetales juegan un papel importante en la economía hídrica, ya que cumplen con la función de servir como colchón o esponja absorbente.

Se requiere que lluevan al menos 100 mm/mes durante 6 meses para garantizar el desarrollo del bambú. El desarrollo y emergencia de los brotes requiere de al menos 100mm y los rizomas crecen con 200 mm. En República Dominicana la distribución de los bambúes se encuentra mayormente en zonas de vida correspondientes al Bosque húmedo subtropical, (Bonaó, Villa Altagracia, Monte Plata, La Vega, Sabana de la Mar, etc.). Sin embargo, existen bambúes en la zona de vida de Bosque seco Subtropical en las provincias de Valverde, Santiago y en la zona sur del país. Los bambúes gustan de la humedad relativa alta preferiblemente cercana al 80%. (Mercedes, 2006)

❖ **Temperatura**

Según Casavilla, D. (2010) el bambú necesita mucha luz natural y en áreas continentales resiste temperaturas de -18 °C y en las oceánicas resiste hasta -23 °C.

Para Mercedes (2006) la mayoría de los bambúes se desarrollan en temperaturas que varían entre los 9° C. y los 36° C. Sin embargo, algunas especies se desarrollan a temperaturas más frías, tales como algunas especies del género *Arundinaria* que resiste las heladas de Chile.

❖ **Suelo y Pendientes**

Los suelos propicios para su plantación son los suelos ricos en materia orgánica, con buenos drenajes, húmedos pero no inundables, es donde mejor se comporta la guadua. La guadua requiere suelos con profundidad efectiva desde moderadamente profunda hasta muy profundos. El perfil del suelo ideal es el que presenta texturas gruesas y medias, con apariencia textura liviana a mediano. (Vélez, s.f.)

Según Casavilla (2010) El bambú necesita un suelo húmedo, pero relativamente bien drenado. Prefieren especialmente los terrenos neutros de tendencia ácida, aunque resistirá en otros terrenos más calcáreos. El suelo debe, no obstante, tener un cierto nivel de fertilidad. Si no es así, deberemos aportar regularmente estiércol. En los inicios, todos los bambúes aprecian los emplazamientos sombreados, pero conforme crecen prefieren mejor el sol. Es por ello que los bambúes tienden a crecer rápido: para ir hacia la luz.

El bambú prefiere los suelos aluvionales y bien drenados. No resisten suelos salinos. Algunas especies de bambú pueden crecer en suelos con pH de hasta 3.5, pero en general el pH óptimo se encuentra entre 5.0 y 6.5. Los bambúes crecen bien en pendientes empinadas, pero no resisten los fuertes rayos solares. El bambú es una especie de hábito forestal, por lo que responderá muy bien si encuentra o se le dispone una (cubierta vegetal) abundante, por otro lado, le gusta tener un suelo aireado razón por la cual es bueno incorporar lombrices para que efectúen esta labor. Mercedes (2006)

2.10 Vivero

Según un artículo publicado por Ecured (2011) el vivero es una instalación agronómica donde se cultivan, germinan y maduran todo tipo de plantas.

De igual manera en el artículo se explica que los viveros son extensiones de terrenos destinados a recibir y cultivar especies leñosas procedentes del semillero, o de las estacas y acodos, hasta que adquieran el desarrollo conveniente para ser trasladadas al lugar donde han de vivir definitivamente. Ver figura 7.

Por otro lado Mercedes, J. (2006) afirma que los viveros deben instalarse donde haya abastecimiento de agua abundante, preferiblemente cerca de cursos de agua para mantener la humedad atmosférica alta. Al mismo tiempo, es imprescindible mantener un buen sistema de drenaje que evite el exceso de agua en el terreno del vivero.



Figura 7: Hilera de Plantones de Bambú.
Fuente: Propia. Vivero UTECO, Cotui, (2016)

2.10.1 Técnica del Vivero

Mercedes, J. (2006) fundamenta que mediante este procedimiento se facilita el cuidado de las plántulas para su traslado posterior a la zona de siembra definitiva, siendo esto una gran ventaja, ya que la producción de las plántulas en el vivero, permite un mayor porcentaje de sobrevivencia en la plantación.

Mercedes indica que un vivero de bambú consta básicamente de tres áreas:

❖ **Semilleros o Canteros**

Donde se ponen a brotar las yemas de las secciones de tallo o los rizomas.

❖ **Sección de Crecimiento**

Es el área del vivero en donde se depositan las plantas producidas en el semillero y donde las plantas se desarrollan uniformemente hasta alcanzar una altura adecuada para la plantación definitiva.

❖ **Jardín Clonal**

Es el área donde se tienen clones productores de yemas, las cuales se extraen para la producción del material de siembra.

2.10.2 Viveros de Plantaciones de Bambú en República Dominicana

Según investigaciones realizadas por el Ing. Francisco Cuevas en el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (s.f.), podemos encontrar viveros de plantaciones de Bambú en las siguientes provincias del país: Monte Plata (Loma Comadreja), Sánchez Ramírez (Cotuí), San Cristóbal (Villa Altagracia) y Monseñor Nouel (Bonaó).

2.11 Plagas que afectan el Bambú

Según Wagner, K. (2013) el bambú salvaje al aire libre es susceptible a los hongos, obteniéndolas siguientes infecciones (ver figura 8):

❖ Cochinillas

Las cochinillas son plagas comunes en el bambú y muchas de las plantas. Tienden a infectar una planta cuando ha comenzado a crecer moho negro, que es el resultado de condiciones excesivamente húmedas. Las cochinillas tejen diminutas telas blancas que se asemejan a moho blanco peludo.



Figura 8: Bambú infectado por plagas.

Fuente: Propia. Vivero UTECO, Cotuí, (2016)

❖ Fumagina

La fumagina es un tipo de infección por hongos que es un problema para muchas variedades de bambú al aire libre y de interior. Puede ser blanco o negro, dependiendo de la cepa del hongo. El hongo tiende a crecer en el bambú cuando se ha regado demasiado o si se ha producido una gran cantidad de lluvia. También se puede propagar en los viveros o una plantación de bambú si la zona no está ventilada o si las plantas se colocan demasiado cerca una de la otra.

Sin embargo para Mercedes, J. (2006) son los insectos los que atacan mucho al bambú, muy especialmente luego de ser cortados. Dos de los que afectan con mayor frecuencia la planta son:

- **La Estigma chinensis (Chrysomelidae):** ataca sólo los tallos nuevos en crecimiento y como consecuencia los entrenudos se hacen cortos y algunas veces se tuercen. Si el ataque es severo, los tallos se pierden.
- **Cyrtotrachelus longipes (Curculionidae):** es un gusano que ataca el ápice superior de los tallos nuevos y en la mayoría de los casos se los come.

2.12 Beneficios y usos del Bambú

Según Dangla, D. (2013) el bambú se puede emplear en lo siguiente:

- Suspensión de la erosión del suelo (utilizando sus raíces).
- Material para la fabricación de papel (utilizando sus fibras celulósicas).
- Cultivo de sombra (utilizando sus hojas).
- Combustible alternativo a las fuentes de energía de fuentes no renovables
- Material de construcción.
- Rompe vientos.
- Material de elaboración de instrumentos musicales.
- Materia prima para la elaboración de muebles decorativos.
- Cultivo nutritivo o alimenticio.
- Cultivo Medicinal.

La Guía de Cultivo de Bambú elaborada por Mercedes (2006) explica que cuando no se utiliza como alimento, se diversifica enormemente el potencial de uso del tallo de bambú. El primer uso es muy rudimentario como tubería de conducción de agua, varilla de construcción, poste o como material para construir casi cualquier parte de una casa. El segundo uso es ya menos rudimentario y está constituido por su transformación de una forma artesanal a mobiliarios, utensilios, artículos decorativos y manualidades. Todos estos usos van a depender de cada especie y de la edad del tallo, debido a los diferentes grados de dureza, flexibilidad y resistencia que el bambú.

Según el artículo Utilidades del Bambú (2012) entre los usos del bambú está el empleo en artesanías, en suelos, muebles, puertas, ventanas, pasta de papel. El bambú es una gramínea que en algunas variedades posee características leñosas, lo cual permite los diversos usos del bambú, por otro lado se utiliza en la construcción de vigas, paredes exteriores, tabiques interiores, las tejas, y también las cañerías.

2.13 Siembra de Bambú en la Ribera de los Ríos

Según Molina, G. (2010) para los problemas de desbordamiento de las cuencas hidrográficas el bambú es una excelente opción, pues actúa como una barrera que estabiliza las riberas y las quebradas, lo que a su vez se traduce en el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades adyacentes. Ver figura 9.

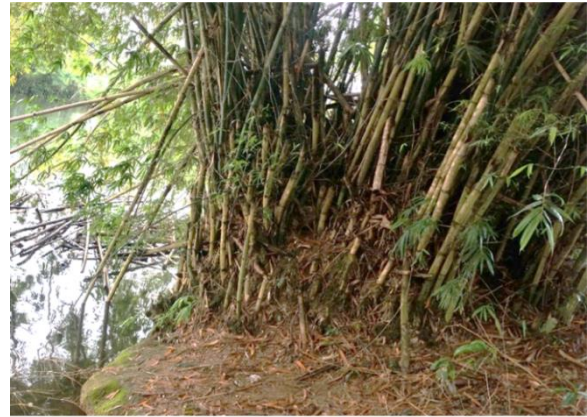


Figura 9: Bambú en la ribera del río Yuna.
Fuente: Propia. Vivero UTECO, Cotui, (2016)

De igual forma Molina explica que el bambú permite también regular las corrientes de las aguas provenientes de las lluvias, pues la planta actúa como una esponja que evita que el líquido fluya de manera rápida y continua, ya que permanece en el bambú por más tiempo, luego toma diferentes caminos para caer e infiltrarse finalmente en el suelo y protege las propiedades de los suelos, pues aporta una cantidad importante de biomasa, como resultado del material vegetal que se genera. Esto contribuye a enriquecer y mejorar la textura y estructura del suelo.

El proyecto MA-FAO-AECID (2011) con el objetivo de reducir los efectos de las inundaciones, realizó plantaciones de bambú y otras especies forestales a lo largo de 134 km en puntos críticos de estos dos ríos, con lo cual se esperaba proteger aproximadamente 10,000 de los principales cultivos de la zona, beneficiar aproximadamente a 85 mil familias, y disminuir la erosión de suelos, el deslizamiento de laderas, y en sentido general amortiguar el efecto nocivo de precipitaciones intensas y prolongadas.

Según Cortes, G. (2009) las plantas de Bambú forman poblaciones extensas, ya sea a la orilla de los ríos o en el estrato bajo de la vegetación natural; en otros casos, las plantas de Bambú crecen en poblaciones muy reducidas, en laderas de montañas húmedas de los países tropicales. La variedad de condiciones ecológicas donde viven los bambúes es tan diversa como el número de especies que existen, es decir, que el bambú puede crecer de manera natural en la ribera de los ríos, debido a la humedad de los suelos.

2.14 Erosión del Suelo

Según Morgan en 1995 (citado por López, M., 2007) La erosión del suelo se produce por la desagregación y transporte de sus partículas por diversos agentes erosivos, principalmente el agua y el viento, y su acumulación ocurre cuando la energía de estos agentes es insuficiente para continuar con su transporte. Ver figura 10.



Figura 10: Ribera erosionada.
Fuente: Propia. Rio Yuna, Bonaó, (2016)

Según Foster & Meyer, 1972 (citado por Alatorre, L., 2010) la erosión puede definirse como el proceso de desprendimiento y transporte del suelo o material rocoso desde cualquier parte de la superficie de la Tierra por parte de los agentes erosivos.

Por su parte Begueria en 2005 (citado por Alatorre, L., 2010) fundamenta que la transformación del paisaje debida a la eliminación o reubicación de una parte del material que lo conforma, comprende como tal los procesos de disgregación, movilización, transporte y sedimentación de partículas de suelo o roca, en los cuales pueden intervenir diversos mecanismos como la acción de la lluvia y la escorrentía superficial, del viento, del empuje glaciario, o simplemente la acción de la gravedad.

Walling y Fang, 2003 (citado por Dumas, A., 2012) establecen que la erosión del suelo constituye uno de los problemas medioambientales y socioeconómicos más importantes a nivel global del siglo XXI.

Para Alatorre, L. (2010) los procesos que conforman la erosión (arranque de partículas, transporte de sedimentos y sedimentación) son componentes clave y una medida muy importante del funcionamiento del sistema terrestre. La erosión y la redistribución de los sedimentos son los principales agentes motores en la formación del paisaje y tienen un papel muy importante en el desarrollo del suelo. Así mismo, la carga de sedimentos en un río proporciona una medida importante de su morfodinámica, así como la hidrología, procesos de erosión y procesos de transporte de sedimentos que operan dentro de su cuenca de drenaje.

La erosión es el desgaste o denudación de suelos y rocas que producen distintos procesos en la superficie de la Tierra. La erosión implica movimientos, desplazamiento del material, en contraste con la alteración y disgregación de las rocas. Entre los agentes erosivos están la circulación de agua o hielo, el viento, o los cambios térmicos. (Ciencias de la Tierra, 2005).

Es el desgaste de las rocas o la remoción del suelo debido a la acción del viento. Es producida por el flujo del viento o por la abrasión de partículas de aire que éste transporta. (Física de los suelos, 1991).

2.15 Erosión Hídrica

Es el proceso de sustracción de masa sólida al suelo o a la roca de la superficie llevado a cabo por un flujo de agua que circula por la misma. Durante el proceso de erosión hídrica las partículas pueden ser: Disgregadas, Transportadas o Arrancadas. (Física de los suelos, 1991)

Según Alatorre, L. (2010) el proceso de erosión involucra tres etapas: el desprendimiento, transporte, y la sedimentación de las partículas del suelo, causadas por las fuerzas erosivas de la precipitación y escorrentía. En las zonas de clima templado y de tipo sub-húmedo los agentes más importantes de la erosión del suelo son la precipitación y la escorrentía superficial, dando lugar a lo que se conoce como erosión hídrica.

De igual manera Alatorre plantea que la erosión hídrica ocurre en varias formas (salpicadura, flujo laminar, flujo en regueros o rills y en cárcavas o gullies) dependiendo de la etapa en que se encuentre la evolución de la erosión y de la posición que ocupa cada unidad de paisaje en un contexto hidrogeomorfológico más amplio (parte alta, media o baja de la ladera). Los factores que influyen en la generación del flujo superficial, el desprendimiento y el transporte de las partículas de suelo sobre la superficie terrestre, se pueden agrupar en cinco para un mayor entendimiento: clima, relieve, propiedades del suelo, cobertura vegetal y la actividad humana.

Según Cisneros José, et al., (2012) la erosión hídrica es un proceso complejo, multicausal, dinámico, de tipo episódico y sujeto a un conjunto de causas que ocurren en el ámbito de una cuenca hidrográfica y la complejidad de este proceso deriva de que puede ser visto a diferentes escalas de tiempo y espacio.

De igual manera Cisneros José, et al., (2012) explica que las principales causas de la erosión hídrica son:

El Clima

El principal factor climático que influye en la erosión hídrica es la precipitación, y su energía cinética. En relación a su origen, las tormentas pueden clasificarse en los siguientes tipos:

- **Ciclónicas:** Son las provocadas por los frentes de masas de aire con diferente temperatura y humedad y se caracterizan por abarcar grandes extensiones de territorio.
- **Convectivas:** Se producen por el ascenso repentino de masas de aire caliente, son las tormentas de verano, son de extensión más localizada y frecuentemente de alta intensidad.
- **Orográficas:** Se presentan cuando masas de aire húmedo son obligadas a ascender al encontrar una barrera montañosa. Su distribución también es errática, y de alta intensidad. El estudio de las precipitaciones.

El Relieve

Dentro del relieve el principal parámetro a tener en cuenta en los procesos de erosión hídrica es el grado o inclinación de la pendiente, la que se puede expresar en porcentaje. La longitud de la pendiente es otro factor que define la cantidad de erosión de una ladera y la velocidad terminal de la escorrentía. La exposición solar de la pendiente tiene importancia en zonas de montaña, ya que influye sobre la insolación, temperatura y humedad del suelo. Por último la complejidad de la pendiente hace referencia a la mayor o menor uniformidad de gradientes, direcciones y longitudes, y es un parámetro importante de considerar al momento de planificar el control de la erosión mediante técnicas de manejo del relieve

El Suelo de la Ribera

La erosionabilidad o erodabilidad del suelo es una medida de la susceptibilidad al desprendimiento y transporte por los agentes de la erosión. La erodabilidad es un efecto integrado de los procesos que regulan la absorción de la lluvia y la resistencia de las partículas del suelo al desprendimiento y posterior transporte. Estos procesos están influidos por las propiedades del suelo tales como tamaño de partículas, estabilidad de agregados, materia orgánica, cantidad y tipo de arcillas o por características edáficas que afectan la estructura del suelo y la transmisión de agua. Ver figura 11.



Figura 11: Ribera erosionada.

Fuente: Propia. Rio Yuna, Bona0, (2016)

Los Sistemas de producción

Los sistemas de producción son las formas en que la sociedad hace uso de los recursos naturales de una cuenca, especialmente en este caso nos interesa la relación sociedad-naturaleza vinculada al uso y manejo de las tierras. Deben incluirse en este caso las interacciones del sistema agropecuario con el resto de los sectores de una sociedad (urbano, suburbano, industrial, extractivo, etc.) ya que es la interacción del conjunto la que define las formas de uso en un momento determinado de la evolución social.

Por otro lado Cisneros José, et al., sintetizan los principales efectos o consecuencias de la erosión, de la siguiente manera:

- Destrucción de tierras productivas (cárcavas).
- Pérdida de capacidad productiva de los suelos (erosión laminar y en surcos).
- Pérdida de agua para los cultivos (productividad de corto plazo).
- Deterioro de ecosistemas de ribera (bordes de ríos y arroyos).
- Contaminación de aguas superficiales (herbicidas, insecticidas y fungicidas).
- Inundación de depresiones, poblaciones, caminos y tierras productivas.
- Mayor inestabilidad y riesgos productivos.

2.16 Procesos que intervienen en la erosión hídrica

Para Alcañiz, J., (2008) desde el momento en que una gota de lluvia incide sobre la superficie del suelo, tienen lugar una secuencia de procesos que producen el desplazamiento y el transporte de partículas.

Alcañiz plantea que a efectos de estudio es conveniente diferenciar entre los siguientes tipos ya que en la mayoría de los casos se dan simultáneamente:

Erosión por salpicadura, chapoteo (Splash)

Consiste en el arranque y desplazamiento de partículas del suelo por impacto de las gotas de lluvia. Depende sobre todo de la energía cinética con que impactan las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo. Cada tormenta aportará una energía cinética acumulada en función de las dimensiones de las gotas (intensidad de la lluvia) y de la cantidad de agua caída. Depende también de la resistencia

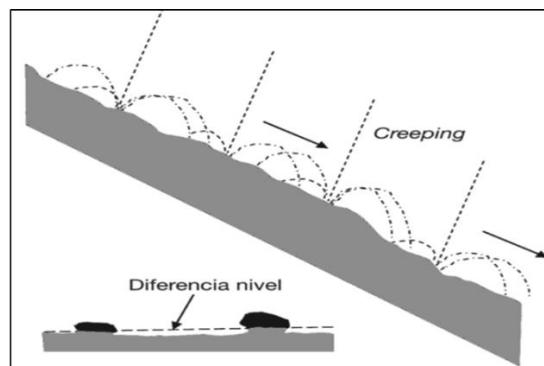


Figura 12: Desplazamiento de partículas en una ladera producido por el salpique.

Fuente: Josep Alcañiz. España (2008)

específica de cada suelo a este proceso erosivo, es decir de la estabilidad de la estructura, de la textura, contenido de materia orgánica, cobertura vegetal, etc. Ver figura 12.

Erosión por flujo laminar o difuso (Sheet erosion, Inter-rill erosion)

Se produce por la circulación de una lámina fina de agua por la ladera, siempre que la superficie sea uniforme. Para que aparezca la escorrentía sobre la superficie del suelo la intensidad de la precipitación debe ser mayor que la capacidad de infiltración del suelo (flujo hortoniano), o bien que esté ya saturado. La velocidad del agua de escorrentía laminar es limitada, por lo que la capacidad de arrastre también, lo que selecciona partículas de tamaño pequeño y afecta a una superficie relativamente amplia. Como consecuencia, en la superficie de un suelo afectado por este tipo de erosión puede aparecer una capa de gravas o piedras, más o menos continua, acumuladas. Se denomina también erosión entre-surcos (inter-rill erosion) porque ocupa las superficies más o menos regulares que hay entre dos canales o surcos.

Erosión por escorrentía concentrada

Se produce por la concentración del flujo superficial en cicatrices o incisiones lineales sobre el terreno. La capacidad de transporte de partículas aumenta al crecer la velocidad del agua en el surco y también al aumentar la densidad del fluido por la mayor concentración de partículas en suspensión. En esta situación se produce la socavación de las paredes del cauce que suministra más partículas y también erosión remontante. Este tipo de erosión es muy destructiva y debe combatirse desde su inicio evitando la formación de surcos largos. Ver figura 13.

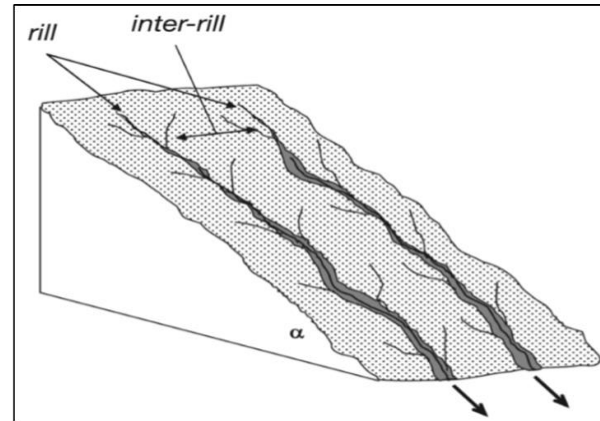


Figura 13: Erosión de una ladera entre dos surcos.
Fuente: Josep Alcañiz. España, (2008)

Erosión por flujo sub-superficial (Piping)

Consiste en la formación de túneles, grietas o cavidades tubulares dentro del suelo por la circulación sub-superficial del agua, que socava el terreno. Puede estar asociada a galerías de animales. En fases avanzadas, se producen pequeños hundimientos o deslizamientos. Se produce también en terrenos que presentan cambios bruscos de permeabilidad interna, grietas, o suelo dispersable (arcillas sódicas). Ver figura 14.

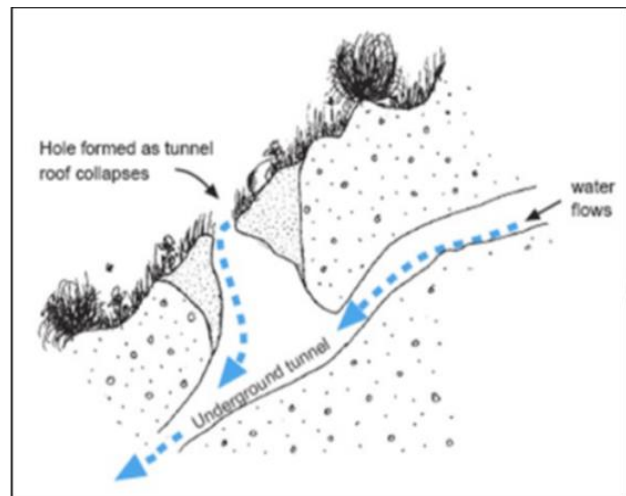


Figura 14: Erosión por sufusión.
Fuente: Juan Ibáñez. España, 2013.

Movimientos en Masa

Consisten en el desplazamiento de una masa importante de suelo por acción del agua y de la gravedad. Se clasifican en función de los mecanismos de ruptura dominantes: desprendimientos, derrumbes y vuelcos, cuando la fuerza de la gravedad predomina, aunque la lluvia o la escorrentía sean la causa que origina el movimiento.



Figura 15: Movimientos en masa.

Fuente: Propia. Rio Yuna, Bona0, 2016.

Se describen como deslizamientos cuando la masa de suelo se desplaza conservando la disposición original de las capas y pueden ser rotacionales o traslacionales según la forma del plano de deslizamiento. Ver figura 15.

Por otro lado Alatorre (2010) plantea lo siguiente sobre los tipos de erosión:

Erosión por Flujo Laminar

La infiltración del agua en el suelo está controlada por la intensidad de la lluvia, su duración y la capacidad de infiltración en el perfil vertical del suelo. La capacidad de infiltración está en función de varias características hidráulicas del suelo que se relacionan con la estructura del medio poroso. En ocasiones, si el evento lluvioso es muy intenso o prolongado en el tiempo, aparece un exceso de agua que no puede ser infiltrada y que comienza a estancarse en la superficie (ingl. ponding), hasta que comienza a fluir en el sentido de la pendiente. Esto último representa la iniciación del proceso hidrológico conocido como “escorrentía superficial” (ingl. overland flow o runoff). La ruptura de la estructura superficial del suelo y el arranque de partículas (ingl. sediment entrainment) se produce directamente por el impacto de las gotas de lluvia, por la tensión de cizalla ejercida por la escorrentía superficial, o por el efecto combinado de ambos

Según Foster, 1982 (citado por Alatorre, 2010) la erosión laminar ocurre en las zonas de ladera situadas entre los cauces de escorrentía concentrada (rills o gullies), y es inducida por la ocurrencia de fenómenos como la precipitación, la fusión de nieve o la irrigación artificial.

Sin embargo Thornes, 1990 (citado por Alatorre, 2010) el desprendimiento de las partículas del suelo puede ocurrir cuando las gotas de lluvia golpean la superficie del suelo desnudo venciendo las fuerzas intersticiales que mantienen las partículas unidas (ingl. rainsplash o raindrop splash).

Erosión por Escorrentía Concentrada

Se produce por la concentración del flujo superficial en cicatrices o incisiones lineales sobre el terreno. La capacidad de transporte de partículas aumenta al crecer la velocidad del agua en el surco y también al aumentar la densidad del fluido por la mayor concentración de partículas en suspensión.

Erosión por Flujo Concentrado: Los Rills

Para Nearing, et al., 1994 (citado por Alatorre, 2010) la convergencia de diversas líneas de flujo preferencial hace que se vayan formando trayectorias de flujo concentrado, pudiendo aparecer algunos vórtices y otros elementos de flujo turbulento en algunos puntos concretos. La etapa en que se inicia la formación de rills (pequeños regueros de carácter habitualmente efímero) se caracteriza por la transición del flujo laminar a turbulento. El flujo dentro de un rill actúa como un agente de transporte del sedimento pendiente abajo, aunque si la tensión de cizalla dentro del rill es lo suficientemente alta se convierte en un importante agente erosivo, provocando la excavación de un canal de drenaje.

Según Rose, 1993 (citado por Alatorre, 2010) la erosión por flujo concentrado tiene lugar cuando el movimiento del agua sobre la superficie del suelo deja de ser laminar y se canaliza en canales fácilmente reconocibles.

Erosión por Flujo Concentrado: Los Gullies

Según Rose, 1993 (citado por Alatorre, 2010) en contraste con la erosión laminar y en rills, el proceso de erosión en gullies se refiere a la erosión por escorrentía concentrada en canales de carácter no efímero, los cuales son demasiados profundos para ser borrados por las labores de cultivo y que generalmente contribuyen de manera muy significativa a la pérdida total de suelo.

Para Poesen et al., 2003 (citado por Alatorre, 2010) la escorrentía en gullies difiere de la laminar y en rills, donde el efecto del impacto de la gota de lluvia es un factor importante en términos de resistencia o arranque de las partículas de sedimento.

Heede, 1975 (citado por Alatorre, 2010) plantea que comparados con el canal de un río, el cual tiene un fondo relativamente suave y cóncavo, los gullies se caracterizan por fuertes cortes y cambios bruscos en el gradiente a lo largo de su curso. En términos relativos, los gullies tienen mayor profundidad y menor anchura que el cauce de un río, llevan mayor concentración de sedimento y muestran comportamientos erráticos, de modo que la relación entre la descarga de sedimentos y la escorrentía es frecuentemente pobre.

2.17 Mecanismos y factores de la erosión

Según Dumas, A. (2012) la erosión del suelo es un proceso que consta de tres fases: arranque, transporte y sedimentación de materiales.

De igual manera indica que si clasificamos la erosión del suelo atendiendo a los procesos que la desencadenan podemos distinguir entre:

- Erosión eólica: producida por el viento.
- Erosión hídrica: producida por el agua lluvia y cambios en regímenes de humedad.

2.17.1 Existen cinco factores responsables de la erosión hídrica del suelo:

1. La precipitación: en el proceso de erosión hídrica el arranque de material suele producirse por el impacto y salpicadura de las gotas de lluvia, además el transporte de partículas viene dado por los flujos laminares que se crean en superficie.

2. El suelo: La naturaleza de los materiales que lo forman, su textura, profundidad y la permeabilidad del mismo van a determinar el grado de sensibilidad que presenta este frente a la erosión.

3. La topografía: La inclinación y la longitud de la pendiente del terreno juegan un papel fundamental en este proceso, así a mayor inclinación y longitud de pendiente suele existir una mayor erosión.

4. La vegetación: La que recubre el terreno actúa disminuyendo la erosión ya que protege y sujeta el suelo, y además frena la escorrentía favoreciendo la sedimentación de las partículas transportadas.

5. El uso del suelo: Es un factor primordial condicionante de la erosión, ya que modifica sus condiciones naturales. La erosión dependerá en buena medida del manejo y del tipo de cultivo implantado.

2.18 Consecuencias de la Erosión

Para Alatorre (2010) aparte de su importancia como agente morfodinámico, en la actualidad la erosión se ha convertido en un problema ambiental de primera magnitud debido a la aceleración de los procesos erosivos como consecuencia de la sobre explotación y la gestión inadecuada de las tierras agrícolas y forestales.

Por otro lado García Ruiz y López Bermúdez, 2009 (citado por Alatorre, 2010) distinguen entre “erosión geológica” y “erosión acelerada”, actuando esta última con un ritmo de destrucción del suelo y transporte por encima de lo esperable en condiciones naturales. La erosión acelerada recibe ese nombre porque las tasas de erosión son incluso varios órdenes de magnitud mayores que las tasas de erosión geológica, y superiores a la tasa de formación de suelo.

De igual manera Alatorre afirma que las consecuencias de la erosión del suelo tienen lugar tanto en el lugar donde se produce la pérdida de partículas como en los lugares donde se produce el transporte y la sedimentación.

Por su parte Pimentel et al., 1995 (citado por Alatorre, 2010) plantean que uno de los efectos más importantes se presenta en los suelos agrícolas, donde la redistribución y pérdida de suelo, así como la ruptura de la estructura y el descenso del contenido de materia orgánica y nutrientes hace que se reduzca la profundidad cultivable y la fertilidad del suelo, promoviendo la dependencia de los fertilizantes e incluso el abandono de terrenos agrícolas.

Según Carreño, T. (2012) la erosión trae como consecuencia la sedimentación ya que las partículas de la tierra o el suelo eventualmente son arrastradas y acumuladas en el fondo de los cuerpos de las aguas disminuyendo en el espacio disponible para su almacenaje en quebrados, ríos y lagos y alteran la calidad del agua.

2.19 Marco Conceptual

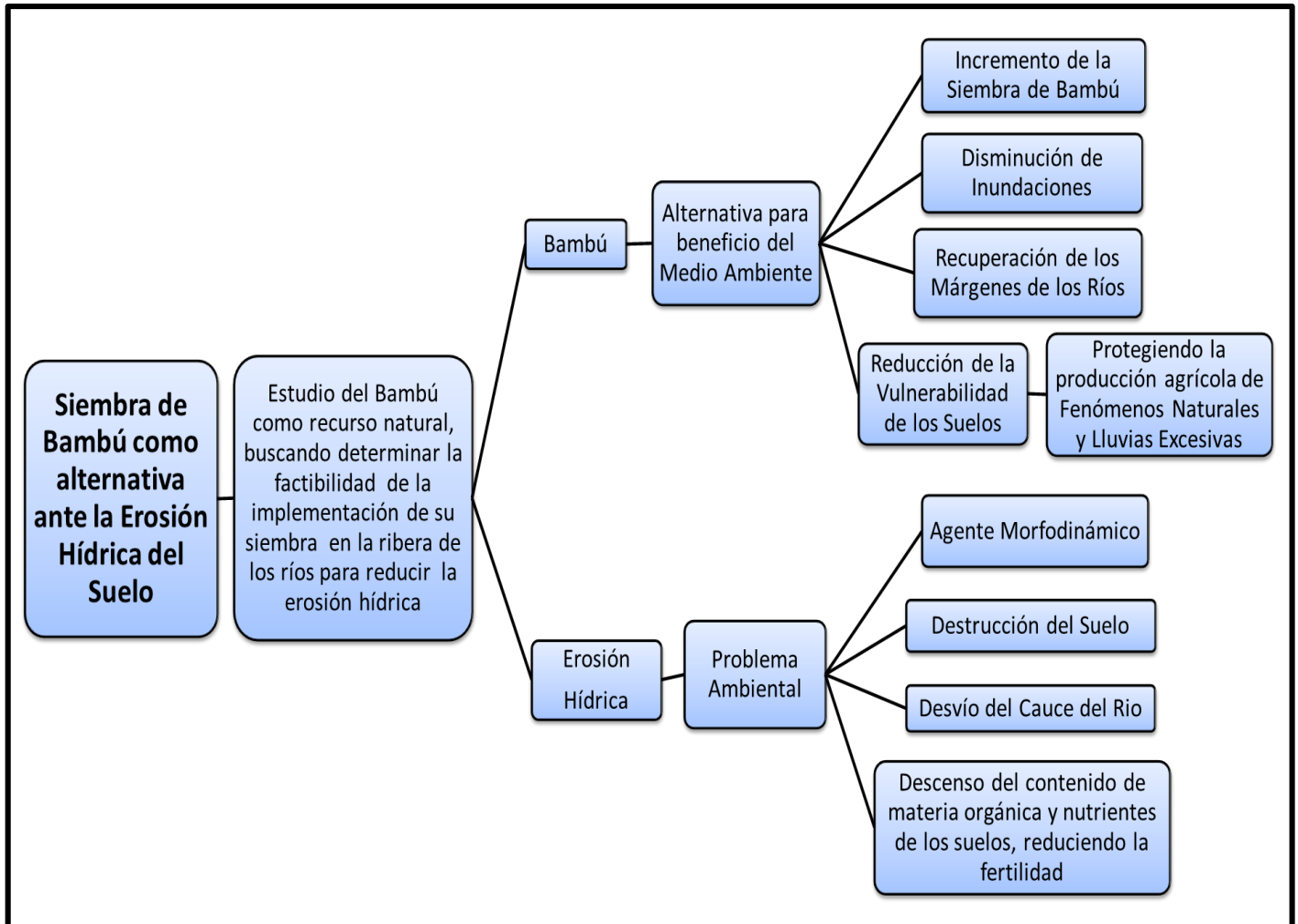


Figura 16: Marco conceptual.

Fuente: Propia, (2016)

2.20 Marco Contextual

2.20.1 Descripción del lugar



Figura 17: Ubicación del tramo objeto de estudio.

Fuente: Google Earth, (2016)

Según las coordenadas extraídas de Google Earth el tramo del Río Yuna seleccionado está definido en la comunidad el verde, su punto inicial se localiza en la coordenada $18^{\circ}56'40.11''\text{N}-70^{\circ}20'26.94''\text{O}$ hasta su punto final en la coordenada $18^{\circ}57'1.66''\text{N}-70^{\circ}20'1.93''\text{O}$, con una longitud de 1 km, específicamente en el municipio de Bonaó, provincia Monseñor Nouel. Ver figura 17.

El Proyecto de Canalización de 14.5 kilómetros del Río Yuna, Tramo Puente Autopista Duarte hasta Embalse Hatillo, elaborado por Construcciones y Diseños, S.A. (COYDISA), específicamente investigaciones realizadas por el Ing. José Ariza Durán (2011) describe los siguientes puntos sobre la provincia Monseñor Nouel y el Río Yuna:

2.20.2 Suelos

La Provincia de Monseñor Nouel, pudiéndose identificar dos áreas bien definidas; un área plana constituida por material subyacente y material aluvional y la otra montañosa. Ver figura 18.

El área plana está constituida por suelos clase II apto para el desarrollo de todo tipo de cultivo, color pardo-oscuros y pardo-amarillentos, profundos, franco arcillosos, drenaje moderado,



Figura 18: Suelo adyacente al tramo.

Fuente: Propia. Rio Yuna, Bonaó, (2016)

ligeramente ácidos, alta saturación de bases (calcio, magnesio, potasio y sodio) y permeabilidad lenta. El uso de estos suelos tiene ligeras limitaciones por la diferencia de humedad durante la época de sequía, pero con riego son altamente productivos.

En el valle de Bonaó los suelos tienen una formación aluvio-lacustre, de textura ligera a pesada. En la parte baja de la región (Bajo Yuna) los suelos están constituidos por materiales lacustre-marinos arcillosos, aluviones fluviales y abanicos coluviales de pie de monte de la cordillera Septentrional. Estos últimos presentan problemas de drenaje deficiente.

Los suelos de esta región se desarrollan sobre materiales predominantemente volcánicos, andesitas y en menor proporción rocas metamórficas y sedimentarias. Las condiciones de relieve, unido al clima y a las acciones de manejo, originan en la región una amplia gama de suelos. En la parte alta se han desarrollado suelos poco profundos con textura franca a franco-fina, pedregosos y de baja fertilidad natural. Sin embargo, los valles intramontanos son más profundos, y de origen aluvio-coluvial.

2.20.3 Aspecto Geológico

En el Rio Yuna el proceso erosivo se inicia con el fluido de las aguas que destruyen las rocas de modo puramente mecánico la acción química de las aguas del Rio Yuna es mínima, el Rio Yuna derrubia el fondo del cauce y sus aguas se introducen poco a poco en el lecho rocoso y así mismo destruye las orillas socavando su base. Ver figura 19.



Figura 19: Geología del tramo.

Fuente: Propia. Rio Yuna, Bonaó, (2016)

Anualmente el Rio Yuna transporta hasta la Bahía de Samaná una impresionante cantidad de sedimentos ricos en sustancias minerales y material fragmentario este último producido como resultado de la erosión pluvial, y la meteorización de la tierra firme.

El trabajo creador del Rio Yuna se manifiesta en la acumulación de sedimentos aluviales y en la formación de terrazas anegadizas. Este trabajo creador del Rio Yuna ha influido en el cambio experimentado en la superficie terrestre de la provincia monseñor Nouel, también contribuye con las formación de nuevas rocas sedimentarias.

En el cuadrante de Bonaó 1/100000 afloran un conjunto de rocas ígneas, tanto volcánicas como plutónicas, metamórficas y, en menor medida, sedimentarias, que forman parte del flanco septentrional de la Cordillera Central, en su sector Sureste. Estas rocas se disponen en cinturones o bandas de dirección NO-SE, subparalelas a la cadena, que generalmente están limitadas por fallas subverticales con movimiento en dirección.

2.20.4 La Vegetación

La vegetación natural corresponde a Bosque Húmedo Subtropical, la cual ha sido muy alterada por la actividad humana, pero aún se encuentran especies como: Manacla (*Euterpe globosa*), Pomo (*Syzygium Jambos*), Guama (*Inga Vera*), Amapola (*Erythrina poeppigiana*), Guázima (*Guazuma ulmifolia*) y Palma real (*Roystonea hispaniolana*), Flamboyán amarillo (*Cassia siamea*), Guarana (*Cupania americana*) y Palo amargo (*Margaritaria nobilis*). Ver figura 20.



Figura 20: Vegetación adyacente al tramo.
Fuente: Propia. Rio Yuna, Bonaó, 2016.

En el área montañosa el material subyacente está formado por rocas ígneas y metamórficas, textura arcillosa, bien drenada, moderadamente ácida y profunda, baja saturación de bases y permeabilidad lenta. El uso de estos suelos está limitado por la erosión, siendo aptos para cultivos permanentes, como reforestación, café, cacao, entre otros.

En el cuadrante de Bonaó 1/100000 afloran un conjunto de rocas ígneas, tanto volcánicas como plutónicas, metamórficas y, en menor medida, sedimentarias, que forman parte del flanco septentrional de la Cordillera Central, en su sector SE... Estas rocas se disponen en cinturones o bandas de dirección NO-SE, subparalelas a la cadena, que generalmente están limitadas por fallas subverticales con movimiento en dirección.

2.20.5 Clima

El clima de esta área es húmedo, la pluviometría media anual de la Región varía entre 1200 y 4000 mm, ver figura 21. La temperatura promedio está entre los 20 y 27°C. Aunque la temperatura no presenta gran variación entre los meses más frescos y los más cálidos, las diferencias de humedad atmosférica y la influencia de los vientos hacen que las temperaturas sensibles sean bastante diferentes, tal como se puede observar cuando se compara la cuenca inferior del río Yuna, la cual tiene un alto índice de humedad, con las regiones áridas de Azua o del Cibao Occidental, que tienen un índice de humedad muy bajo.

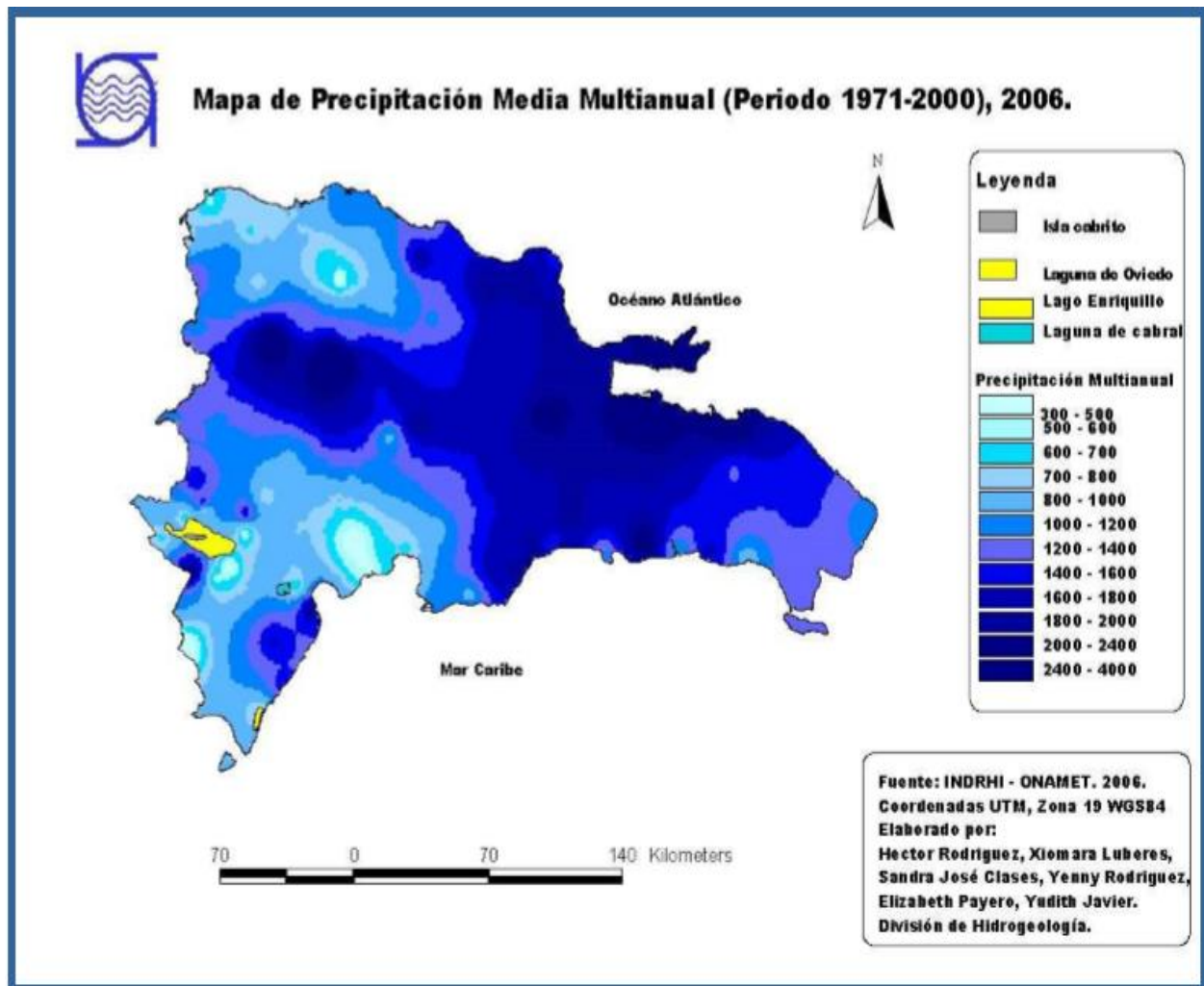


Figura 21: Variación de la precipitación media multianual en República Dominicana.
Fuente: INDRHI, (2006)

2.20.6 Población y Aspectos Económicos

Esta región hidrográfica posee una población superior al millón de habitantes, distribuidos en las provincias Monseñor Nouel, Duarte y Sánchez Ramírez, así como partes importantes de las provincias La Vega, Espaillat y Salcedo.

Considerada como una de las regiones agrícolas más importantes dentro del contexto del desarrollo agropecuario del país, la región hidrográfica Yuna posee la más extensa área de suelos productivos, la cual corresponde a la parte oriental del valle del Cibao.

En ésta, se produce más del 50% del arroz que consume el país, así como una gran proporción de los rubros más importantes para la economía y la alimentación del pueblo dominicano, como tubérculos, plátanos, maíz, habichuelas, y otros. Dentro de la pecuaria se han desarrollado grandemente los renglones avícola y porcino, particularmente en la parte occidental de la Región (el Cibao Central). Además, el proyecto AGLIPO contempla la instalación de modernas plantas procesadoras de arroz, con lo cual se pretende impulsar el desarrollo agroindustrial de la Región.

Otro aspecto importante en la economía de la zona es la minería. En la Región Yuna están ubicadas las dos mayores explotaciones mineras del país: las minas de ferro-níquel de la Falconbrigde Dominicana, en Bonaó, y la mina de oro y plata de la Rosario Dominicana (Hoy Barrick Gold), en Cotuí. A pesar de la importancia económica estas explotaciones han creado numerosos problemas sociales debido a reclamos para que se eliminen situaciones de contaminación de gran impacto ambiental.

2.20.7 Hidrología

La hidrografía de esta región está caracterizada por cursos de aguas superficiales y permanentes. El río Yuna representa el principal curso de agua y sus afluentes principales son los ríos Blanco, Camú, Masipetro, Yuboa, Maimón y Chacuey.

Los principales afluentes en la cuenca media alta del río Yuna son: Río Blanco el cual nace en el Parque Nacional de Valle Nuevo, en la parte norte de la Loma de Alto Bandera, este tiene un afluente que es el Tireo en cuya cuenca no hay cobertura vegetal y es la cuenca de mayor producción de sedimentos de esta cuenca, Río Masipetro que tiene su nacimiento en el área protegida de Las Neblinas, en su parte media baja recibe los aportes de los ríos Yuboa y Maimón, los cuales tienen sus nacimientos en el norte de Cuesta La Vaca y al norte de la loma de Los Chicharrones respectivamente, en estas subcuencas la cobertura tiene una gran parte de su área dedicada a la ganadería, dedicando otras área a fincas de producción de madera.

En la tabla 2 se muestra información de geometría y pluviometría sobre los afluentes del río Yuna:

Unidad de Planeamiento	Cuenca	Subcuencas	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Perímetro Anual, (Mm)	Precipitación (Mm)
Región Yuna	R. Limón		61	13		2,100
	Yuna		5,668	196	442.5	2,200
		R. Tireo	146	31		1,400
		R. Blanco	233	42		2,000
		R. Masipetro	100	26		2,100
		R. Yuboa	199	33		2,000
		R. Maimón	198	33		1,800
		R. Chacuey	173	39	67.5	1,800
		R. Camú	2,328	127	97.5	1,400
		R. Jayabo	433	65	222.5	2,300

Tabla 2: Afluentes principales del río Yuna.

Fuente: INDRHI, 2006

En la cuenca del río Yuna se encuentran en operación parte importante del patrimonio hidráulico nacional, compuesto por infraestructuras de regulación, como son la Presa de Hatillo, que es el embalse de mayor capacidad que cuenta el país, con 440 millones de metros cúbicos; la Presa de Rincón, las Hidroeléctricas de Río Blanco, de Pinalito y Aniana Vargas, y los sistemas de riego de Jima, Camú, Yuna y Aglipo. Ver tabla No. 3.

Presas	Año	Propósito	Capacidad Embalse (MMC)	Capacidad Instalada (MW)
Río Blanco	1996	<ul style="list-style-type: none"> • Energía • Control avenidas 	0.725	25
Arroyón	1996	<ul style="list-style-type: none"> • Energía • Control avenidas 	0.03	--
Tireito	1996	<ul style="list-style-type: none"> • Energía • Control avenidas 	0.34	--
Hatillo	1984	<ul style="list-style-type: none"> • Riego • Energía • Control avenidas 	440	8
Rincón	1978	<ul style="list-style-type: none"> • Riego • Energía • Control avenidas 	75	10.1
Total			516	43.1

Tabla 3: Presas en funcionamiento en la cuenca del río Yuna.

Fuente: INDRHI, 2006

Respecto al aprovechamiento de los recursos hidráulicos, existen dos distritos de riego bajo la supervisión del INDRHI, en esta zona con los que se han levantado información importante sobre los canales de riego existentes, área regada, caudal transportado y beneficiarios, entre otros. Ver tabla No. 4.

Distritos y/o zona de riego	Area (Ha)	Cantidad Canales	Caudal (m ³ /seg)	Longitud (Km)	Beneficiarios
Alto Yuna	27,546	46	38.4	196.8	5,494
Bajo Yuna	21,429	32	38.4	169.5	7,953
Total	48,975	78	76.9	366.3	13,447

Tabla 4: Distritos de riego en la cuenca del río Yuna.

Fuente: INDRHI, (2006)

Un estudio Hidrológico realizado por la empresa COYDISA en el año 2011, determinó los caudales máximos, para la cuenca del río Yuna hasta la estación ubicada en el punto más aguas debajo de la cuenca, denominada El Limón, sirviendo esta como punto de control en el que se miden los aportes de los diferentes afluentes que componen la cuenca, delimitando un área en ese punto de 5115 km². En dicho punto de control el caudal medio registrado es de 102.39 m³/s. Se utilizaron además los datos de otras estaciones hidrométricas, ver tabla 5, tales como: Los Quemados, Maimón, La Bija, Villa Riva y Payabo. Según las estaciones citadas, los caudales medios más bajos ocurren entre enero-abril y agosto-septiembre, mientras que los máximos se registran en los meses de mayo, noviembre y diciembre.

Haciendo uso de métodos estadísticos se determinaron los caudales máximos, se utilizó para esto los datos máximos anuales de caudal de las estaciones arriba mencionadas, ver tabla No. 5, luego se probaron 5 funciones de distribución: Gumbel, Log Normal 2, Log Normal 3, Pearson III y Gama, para las cuales mediante la prueba de Smirnov – Kolmogorov, se determinó que las distribuciones analizadas cumplen con los criterios para una distribución normal por lo cual para la determinación de los caudales máximos se utilizó un promedio entre las distribuciones. El caudal máximo finalmente calculado para la sección típica (obtenida mediante software Hec Ras para un periodo de retorno de 100 años) fue de 1200 m³/s.

No.	ESTACION	Q (mínimo)	FECHA	Q (máximo)	FECHA	Q (medio anual)	PERIODO
1	Los Quemados	2.42	abr-65	56.52	sep-76	15.88	1962 / 1979
2	Maimon	0.12	sep-91	40.03	sep-88	5.15	1968 / 2000
3	La Bija	2.79	jul-75	145.88	nov-96	36.23	1968 / 2002
4	Villa Riva	6.08	mar-77	402.52	may-79	89.38	1956 / 1992
5	Payabo	0.47	mar-77	22.68	mayo-83	5.79	1971 / 1995
6	El Limón	10.87	abr-75	374.68	mayo-81	102.39	1968 / 2003

Tabla 5: Valores de caudales máximos, mínimos y medios anuales en m³/s de las estaciones hidrométricas seleccionadas para la cuenca del río Yuna.

Fuente: INDRHI. (2006)

Capítulo III. Marco Metodológico

3.1 Enfoque de la investigación

El método cualitativo de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2010) utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. El investigador cualitativo utiliza técnicas para recolectar datos, como la observación no estructurada, entrevistas abiertas, revisión de documentos, discusión en grupo, evaluación de experiencias personales, registro de historias de vida, e interacción e introspección con grupos o comunidades. El proceso de indagación es más flexible y se mueve entre las respuestas y el desarrollo de la teoría.

Taylor y Bogdan, 1986 (citado por Romero, R., s.f.) consideran, en un sentido amplio, la investigación cualitativa como "aquella que produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable".

De acuerdo con Bonilla y Rodríguez (2000) (citado por Bernal, C., 2010) se orienta a profundizar casos específicos y no a generalizar. Su preocupación no es prioritariamente medir, sino cualificar y describir el fenómeno social a partir de rasgos determinantes, según sean percibidos por los elementos mismos que están dentro de la situación estudiada.

Esta investigación se considera cualitativa porque utiliza la recolección de datos para desarrollar la hipótesis sin base en la medición numérica para describir la siembra de bambú como opción ante la erosión hídrica de un tramo en la ribera del río Yuna.

3.2 Tipo de investigación

Según el análisis global

Una investigación básica es aquella que se fundamente en producir conocimiento y teorías. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010)

Una investigación básica (investigación pura, teórica, dogmática o fundamental), se caracteriza por formular nuevas teorías o modificar las existentes, incrementar los conocimientos científicos o filosóficos, pero sin contrastarlos con ningún aspecto práctico. Se considerara que la aplicación de los hallazgos, corresponde a otra persona y no al investigador. No obstante, busca el progreso científico y su importancia reside en la formulación de hipótesis de posible aplicación posterior. (Marín, A., 2008)

Esta investigación se considera básica porque su objetivo es probar la hipótesis que se ha planteado sin contrastarlos con ningún aspecto práctico. Se desea poder formular una teoría sobre el uso del bambú en la ribera de los ríos para contrarrestar la erosión hídrica del suelo.

Según el objetivo

De acuerdo a Danhke, 1989 (citado por Hernández, Fernández y Baptista, 2010), los estudios descriptivos “miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar”. Esto con el fin de recolectar toda la información que obtengamos para poder llegar al resultado de la investigación.

Se considera como investigación descriptiva según Salkind, 1998 (citado por Bernal, C., 2010) aquella en que se reseñan las características o rasgos de la situación o fenómeno objeto de estudio.

Esta es una investigación descriptiva porque parte del objetivo de describir la situación del objeto de estudio, dígase, la erosión hídrica del suelo, condiciones y características. Además se pone de manifiesto la estructura y el comportamiento de este fenómeno en estudio y se especifica una opción que podría reducir el mismo.

Según la recogida de datos

De acuerdo con Casares Hernández, et al., 1995 (citado por Bernal, C., 2010) la investigación documental depende fundamentalmente de la información que se obtiene o se consulta en documentos, entendiendo por éstos todo material al que se puede acudir como fuente de referencia, sin que se altere su naturaleza o sentido, los cuales aportan información o dan testimonio de una realidad o un acontecimiento.

Esta investigación se considera documental porque está basada en el análisis de la información documental revisada.

3.3 Procedimiento de la investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista, (2010) en el procedimiento cualitativo las etapas se constituyen más bien con acciones que efectuamos para cumplir con los objetivos de la investigación y de esa manera responder a las preguntas del estudio. No hay momentos en el proceso donde podamos decir: “aquí terminó esta etapa y ahora sigue tal etapa”, si no que al ingresar al campo o ambiente, por el simple hecho de observar lo que ocurre en él, estamos recolectando y analizando datos, y durante esta labor, la muestra puede ir ajustándose, es decir, que el muestreo, la recolección y el análisis resultan actividades casi paralelas.

Hernández, et al., (2010) indican que el investigador es el instrumento de recolección de información, que la misma no mide variables y que se da en un ambiente natural.

Partiendo de la información proveída por estos autores evidenciamos que la recolección de información plasmada en esta investigación se realizó paralelamente al análisis de la misma.

Es un artículo publicado en el periódico Hoy (2015) lo que nos motiva a indagar sobre esta problemática que afecta de manera permanente nuestros suelos, este artículo refiere que estudiantes de la UTECO sembrarían alrededor de 80 mil plantas de bambú en los márgenes del Río Yuna para evitar inundaciones en la provincia Sánchez Ramírez.

Luego de leer este artículo, se dio continuidad a la investigación con una visita al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, donde el encargado de Reforestación, Ing. Francisco Cuevas, suministró información sobre la ubicación de los viveros, donde se producen las plantaciones bambú, de igual manera nos orientó sobre la siembra de bambú en las riberas de los ríos del país y recomendó la lectura y análisis del documento Guía Técnica del Cultivo de Bambú publicado por el Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF)

Posteriormente se realizó una visita a la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO), donde el decano de investigaciones Ing. Jaime Arismendy Acosta y la Ing. Ana De Jesús Marte, nos mostraron las plantaciones de bambú en la ribera de la presa de hatillo, las cuales se sembraron con el fin de contrarrestar la erosión que causaba inundaciones, en esta visita con la guía de los ingenieros nos dirigimos a los viveros de plantaciones de bambú que se encuentran en Cotuí, municipio de la provincia Sánchez Ramírez.

Para continuar con la recopilación de información se realizó una visita al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) donde nos asistió el Ing. Félix, quien nos entregó el Manual de Programa de Manejo de Cuencas, también se visitó la institución del sector privado Construcciones y Diseños, S.A. (COYDISA), donde nos asistió el Consultor Ambiental Ing. José Ariza Durán, quien nos proporcionó información sobre el tramo objeto de estudio, ambas instituciones fueron de gran utilidad para la documentación de la investigación.

Por último se visitó el tramo objeto de estudio, situado en el municipio de Bonao, provincia Monseñor Nouel, el área posee un clima húmedo y por tanto sus bosques incumben en una vegetación húmeda, se observó que los márgenes de la cuenca del río Yuna se encuentran erosionados, dado que el proceso erosivo está incrementando destruyendo las superficies rocosas y los suelos del área.

Las informaciones obtenidas en el transcurso de la investigación a partir de proyectos realizados anteriormente, aludidos al argumento objeto de estudio, fueron recopiladas para documentar y realizar el análisis de esta investigación.

3.4 Método de investigación

El método inductivo utiliza una muestra relativamente pequeña, persigue las consecuencias de eventos particulares, relaciones de causa y efecto y percepciones que afectan decisiones tomadas. Este método va de lo particular a lo general, a través de técnicas como la observación no estructurada y la revisión de documentos, plantea pero no sigue un proceso claramente definido, se fundamenta en una perspectiva interpretativa centrada en el entendimiento del significado de las acciones culminando en una análisis narrativo. (Ché, B., Chablé D., 2014)

Según Behar, D. (2008) plantea que en el método inductivo se crean leyes a partir de la observación de los hechos, mediante la generalización del comportamiento observado; en realidad, lo que realiza es una especie de generalización, sin que por medio de la lógica pueda conseguir una demostración de las citadas leyes o conjunto de conclusiones.

3.5 Técnicas de investigación

Fuentes Documentales

Casares Hernández, et al., 1995 (citado por Bernal, C., 2010) expone que la técnica principal para desarrollar esta investigación son las fuentes documentales, tales como: documentos escritos (libros, periódicos, revistas, actas notariales, tratados y conferencias escritas), anotaciones y bitácora de campo, entre otras.

Observación Indirecta

Es indirecta cuando el investigador entra en conocimiento del hecho o fenómeno observando a través de las observaciones realizadas anteriormente por otra persona. Tal ocurre cuando nos valemos de libros, revistas, informes, grabaciones, fotografías, etc., relacionadas con lo que estamos investigando, los cuales han sido conseguidos o elaborados por personas que observaron antes lo mismo que nosotros. (Anónimo, 2010)

3.6 Población y muestra

Según Selltiz et al., 1980 (citado por Hernández, et al., 2010) una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones y características que deben ser establecidas con claridad.

De acuerdo con Behar, D. (2008) la muestra es un subgrupo de la población. Se puede decir que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus necesidades al que llamamos población. De la población es conveniente extraer muestras representativas del universo.

Behar plantea que la muestra cualitativa es la unidad de análisis o conjunto de personas, contextos, eventos o sucesos sobre la cual se recolectan los datos sin que necesariamente sea representativo.

Por otro lado distingue la categorización de las muestras en dos grandes ramas: muestras probabilísticas como el subgrupo de la población en el que todos los elementos de este tienen la misma probabilidad de ser escogido y las muestras no probabilísticas, la cual se presenta cuando la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra.

Dentro del renglón de las muestras no probabilísticas se encuentra el muestreo casual o incidental, el cual se trata de un proceso en el que el investigador selecciona directa e intencionalmente la población. (Anónimo, 2010)

La población de esta investigación es el Río Yuna, mientras que la muestra fue seleccionada mediante el muestreo de tipo no probabilístico casual o incidental, en el cual el investigador selecciona directa e intencionalmente, en este caso fue seleccionado un tramo del río como muestra representativa, definido desde la comunidad el verde, hasta su punto final específicamente en el municipio de Bonaó, provincia Monseñor Nouel.

3.7 Análisis y evaluación de resultados

Para procesar los datos recolectados en esta investigación se utilizará el análisis interpretativo de la información, debido a que es una manera efectiva para la presentación y comprensión de los mismos.

La erosión hídrica representa una problemática ambiental que se manifiesta como agente morfodinámico y que ha ido incrementándose desde hace años en las cuencas de los ríos del país provocando la destrucción de los suelos, el desvío del cauce de los ríos y el descenso de partículas del suelo, esto ha llamado la atención de instituciones gubernamentales, dirigidas al cuidado del medio ambiente y el uso de los recursos naturales renovables, tales como: El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Centro de Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF), El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), de igual manera a universidades e instituciones del sector privado, tales como la UTECO y COYDISA, respectivamente. Cabe resaltar que investigaciones realizadas a nivel mundial sugieren que esto es una problemática de todos los tiempos.

Para contrarrestar esta problemática y como alternativa ante la misma, esta investigación propone el uso del bambú como material de construcción siendo este un recurso natural renovable, convirtiéndose de esta manera en una excelente opción para los problemas de desbordamiento de las cuencas hidrográficas, pues actúa como una barrera que estabiliza las riberas.

Los grados de dureza o flexibilidad del bambú van a depender de cada especie y de la edad del tallo, por esta razón no todas las especies son recomendables para llevar a cabo la propuesta de esta investigación, las especies recomendadas para la siembra en la ribera de los ríos son: *Bambusa Dolichoclada*, *Bambusa Vulgaris* y *Dendrocalamus Latiflorus*, debido a que estas especies constan de un rizoma paquimorfo y esto hace sus raíces gruesas y resistentes al suelo, aun siendo estas especies las más favorables para este uso, esto también va a depender de la elección del tramo donde se realizará la siembra.

Las plantas de Bambú forman poblaciones extensas, ya sea a la orilla de los ríos o en el estrato bajo de la vegetación natural, se estima que deberían colocarse alrededor de 6000 plantas de bambú distribuidas para ambas riberas del tramo objeto de estudio, colocadas en tres hileras a tresbolillo con una distancia de 3x3 metros, preferiblemente de manera continua, formando una barrera protectora más resistente, debido a los entrenudos que formarían sus raíces. Luego de la siembra se debe mantener una buena humedad durante los primeros meses, ya que esta planta está acostumbrada a los climas húmedos.

Las plantaciones de bambú permiten regular las corrientes de las aguas provenientes de las lluvias, pues actúa como una esponja que evita que el líquido fluya de manera rápida y continua, ya que el líquido permanece en el bambú por más tiempo, luego toma diferentes caminos para caer e infiltrarse finalmente en el suelo y de esta manera se protegen las propiedades de los suelos, pues el bambú aporta una cantidad importante de biomasa, como resultado del material vegetal que se genera. Esto contribuye a enriquecer la textura y estructura del suelo, posterior a las consecuencias generadas por la sedimentación, tales como: la disminución de la calidad del agua, reducción del espacio disponible para el agua del río y los daños causados a la fertilidad del suelo, a causa del descenso de materia orgánica, nutrientes y partículas del suelo que se desprenden y se desplazan a las profundidades del río, acumulándose en el fondo.

La implementación de la siembra de bambú en la ribera de los ríos, en este caso en la ribera del río Yuna, busca determinar la factibilidad para reducir la erosión, la vulnerabilidad de los suelos y las inundaciones, de igual forma busca recuperar los márgenes de los ríos, aumentar la producción agrícola y la protección de los habitantes de las zonas vulnerables adyacentes a la ribera del río, esto es factible debido a su sistema radicular de las raíces o rizomas que favorecen el suelo de estas áreas, ya que le brinda mayor resistencia y por tanto, reducen la vulnerabilidad del suelo ante periodos de lluvias prolongados, amortiguando el efecto nocivo de precipitaciones intensas.

Por otra parte la siembra de bambú es una estrategia natural ya que funciona como barrera o cortina rompe viento para amortiguar las fuertes brisas que podrían causar los fenómenos naturales que también afectan las producciones agrícolas y los habitantes de las zonas adyacentes.

El bambú es una planta de múltiples usos, tales como: material para la fabricación de papel, cultivo de sombra, material de elaboración de instrumentos musicales, materia prima para la elaboración de muebles decorativos y como cultivo nutritivo y medicinal, por lo descrito anteriormente se puede afirmar que esta planta diversifica enormemente el potencial de su uso, sin embargo se podría certificar que la gran mayoría de sus usos están basados en la construcción, puesto que se ha utilizado como tubería de conducción de agua, cañerías, varilla de construcción, barrera rompe vientos, vigas, paredes exteriores, tabiques interiores, tejas, postes o como material para construir casi cualquier parte de una casa, esto demuestra la resistencia y diversidad de esta planta.

3.8 Presupuesto

El presupuesto establecido para la propuesta de siembra de Bambú como opción ante la erosión hídrica de un Tramo en la ribera del río Yuna, asciende a RD\$ 977,100.00 como se aprecia en la tabla 6 del presupuesto general.

Tabla 6: Presupuesto General para la Siembra de Bambú, en RD\$.

Actividades	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
I. Establecimientos de las plantas (ver tabla 7)	86	Tareas	7,100.00	610,600.00
II. Administrativo				
Personal				
Director	1	Técnico	40,000.00	40,000.00
Técnicos	3	Técnicos	30,000.00	90,000.00
Contador	1	Contable	20,000.00	20,000.00
Secretarias	2	Personas	12,000.00	24,000.00
Chofer	1	Chofer	8,000.00	8,000.00
Serenos	3	Serenos	4,500.00	13,500.00
Materiales y Suministros				
Adquisición de herramientas (Picos, Palas, Carretillas, Tijeras, Colines, Azadas, Otros)	6	Juegos	18,500.00	111,000.00
Equipos (Clinómetros, Altímetros, Brújulas, Cintas, Otros)	3	Juegos	20,000.00	60,000.00
III. Total general				977,100.00

**Tabla 7: Análisis financiero para el establecimiento de la Siembra de bambú en R.D.
\$/Tarea**

Actividades	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
I. Insumos y Materiales				
Plantas (marco de siembra 3m x 3m)	70	PTAS/TA	10.00	700.00
Fertilizantes	2	POR AÑO	800.00	1,600.00
II. Mano de obra para la siembra				
Marcado y Hoyado	70	HOYOS	50.00	3,500.00
Siembra	1	TA	500.00	500.00
III. Transporte				
Transporte de las plantas al área de siembra	1	P.A.	800.00	800.00
IV. Costo total				7,100.00

P.A.= Precio Alzado.

TA= Tarea.

Capítulo IV. Resultado y discusión

Conclusiones

- Se especificó que las especies de bambú favorables para la siembra en la ribera del río Yuna son: *Bambusa dolichoclada*, *Bambusa vulgaris* y *Dendrocalamus latiflorus*, debido a su rizoma paquimorfo, es decir, a sus raíces gruesas que las hacen resistentes al suelo.
- Se evidenció como método óptimo de siembra, las plantaciones con varetas continuas, de forma tal que en cada entre nudo emerja un brote formando una barrera protectora.
- Se identificó que la siembra de bambú reduce la sedimentación debido a que protege las propiedades del suelo, aportando una cantidad importante de biomasa y generando material vegetal.
- Se demostró que la siembra de bambú es de gran utilidad para reducir la vulnerabilidad de las áreas agrícolas al atravesar tiempos de lluvias prolongadas debido a su sistema radicular de raíces que le brindan mayor resistencia al suelo y de igual manera reduce la debilidad de estas áreas con su beneficio como barrera rompe vientos ante fenómenos naturales.
- Se determinó que la propuesta de implementación de la siembra de bambú como opción ante la erosión hídrica de un tramo en la ribera del río Yuna, es un método efectivo y con aportes ambientales para contrarrestar la erosión hídrica del suelo.

Recomendaciones

- 1) Abastecer los viveros cercanos al tramo objeto de estudio de las especies de bambú que se recomiendan para la siembra en la ribera del tramo seleccionado del río Yuna.
- 2) Elaborar una propuesta para exponer las consecuencias de la erosión hídrica a las instituciones del país implicadas en este tema y de esta manera conseguir su apoyo para llevar a cabo el proyecto de siembra de bambú.
- 3) Sugerir al Ministerio de Medio Ambiente ejecutar la siembra de las especies recomendadas en el tramo seleccionado del río Yuna, plantándolas tres hileras a tresbolillo con una distancia de 3x3 metros, preferiblemente de manera continua, formando una barrera resistente en la barrera del río.
- 4) Proponer y preparar capacitaciones sobre la protección de las plantaciones de Bambú, para ser impartida a los habitantes y agricultores adyacentes a la zona, debido a que estas plantaciones representan una opción para el beneficio del medio ambiente, favoreciendo directamente las áreas agrícolas reduciendo la sedimentación y la vulnerabilidad, en tiempos de lluvias prolongadas y fenómenos naturales.
- 5) En tiempos de sequía reducir la aridez de la zona de siembra, manteniéndola húmeda, para conservar las plantas en su hábitat natural.
- 6) Proponer otras investigaciones más profundas sobre la utilidad del bambú para contrarrestar la erosión hídrica, logrando obtener mayor información acerca de la problemática y sus soluciones.

Bibliografía

Aguilar, R. (2005) *Morfología. El Rizoma*. Recuperado el 22 de Enero de 2011 de <http://www.bambumex.org/paginas/RIZOMA.pdf>

Alatorre, L. (2010) *Erosión del suelo y fuentes de sedimento en la cuenca del río Ésera (Pirineo Central): análisis espacial y dinámica temporal mediante técnicas de simulación y teledetección*, Universidad de Zaragoza. Recuperado en Diciembre de 2007 de digital.csic.es/bitstream/10261/34738/1/AlatorreC_TDEEAD_2010.pdf

Alcañiz, J., (2008) *Evaluación y prevención de riesgos Ambientales en Centroamérica. CAPITULO 4. EROSIÓN: EVALUACIÓN DEL RIESGO EROSIVO Y PRÁCTICAS DE PROTECCIÓN DEL SUELO*. Recuperado el 8 de Octubre de 2008 de http://www.creaf.uab.es/propies/pilar/LibroRiesgos/05_Cap%C3%ADtulo4.pdf

Anónimo, 2010. *Conceptos Básicos de Metodología de la Investigación. Técnicas de Investigación*. Recuperado el 31 de Julio del 2010 de <http://metodologia02.blogspot.com/search?updated-min=2010-01-01T00:00:00-08:00&updated-max=2011-01-01T00:00:00-08:00&max-results=1>

Ariza, J., (2011) *Proyecto de Canalización de 14.5 kilómetros del Rio Yuna, Tramo Puente Autopista Duarte hasta Embalse Hatillo*. Construcciones y Diseños, S.A. (COYDISA).

Aucero (2009) *Bambúes: ¿qué especies de bambú no invasivo?*. Recuperado el 15 de Mayo de 2009, de <http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=144553>

Bambumex (2013) *Morfología de la planta de bambú*. Recuperado en 2013 de <http://www.bambumex.org/paginas/morfologia.htm>

Baver, L.D., Gardner W., Gardner W. R.,(1991) *Física de Suelos*, Grupo Noriega Editores, México, Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana, S. A. de C.V.

Behar, D. (2008) *Metodología de la Investigación*. Editorial Shalom.

Bernal, C. (2010) *Metodología de la Investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (3ra Ed.). Colombia. PEARSON

Casavilla, D. (2010) *Cultivo, Cuidados y Mantenimiento De La Caña De Bambú*. Recuperado el 10 de diciembre de 2010, de <http://www.flordeplanta.com.ar/jardin/cultivo-cuidados-y-mantenimiento-de-la-cana-de-bambu/>

Carreño, T. (2012) *Erosión, Sedimentación y la Interrupción del ciclo hidrológico*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2012 de <http://www.setri.com.co/wp/2012/09/12/erosion-sedimentacion-y-la-interrupcion-del-ciclo-hidrologico/>

Ché Benigno, Chablé David (2014). *Diseños Metodológicos de la Investigación*, Enfoque Cuantitativo y Cualitativo. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Recuperado el 29 de mayo de 2014, de <https://www.youtube.com/watch?v=P6-4fnNAZvU>

Cisneros Jose, Cholaky Carmen, Cantero Gutierrez Alberto, Gonzalez Jorge, Reynero Miguel, Diez Alejandro, Bergesio Leonardo (2012). *EROSION HIDRICA Principios y técnicas de manejo*. Recuperado el 24 de octubre de 2012 de http://www.todoagro.com.ar/documentos/2013/Erosion_Hidrica.pdf

Construpedia (2008) *Bambú*. Recuperado el 5 de mayo de 2008, de <http://www.construmatica.com/construpedia/Bamb%C3%BA>

Cuevas, F. (s.f.) *Viveros de Plantaciones de Bambú en República Dominicana*. Departamento de Reforestación. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dangla, D. (2013) *El bambú, la planta de los mil usos*. Recuperado el 26 de septiembre de 2013 de <http://es.slideshare.net/danieladanglaroche/el-bambu-la-planta-de-los-mil-usos>

Dumas, A. (2012) *Riesgo de erosión hídrica en la cuenca hidrográfica del río mundo*. Tesis de maestría publicada, Universidad Complutense de Madrid (UCM), Madrid., Recuperado el 7 de Febrero de 2014, de http://eprints.ucm.es/17468/1/TFM_AfricaDumas.pdf

EcuRed (2011) *Vivero*. Recuperado el 17 de junio de 2011 de <http://www.ecured.cu/Vivero>

Hernández Sampieri, R., Fernández, C., Baptista, P. (2010) *Metodología de la Investigación*. (5ta Ed.). México, D.F., México: McGraw Hill Interamericana

Hoy (2015) *Danilo Medina afirma con visitas sorpresa lleva esperanza a campos del país.*

Hoy Digital, Recuperado el 06 de Septiembre de 2015 de <http://hoy.com.do/danilo-medica-afirma-con-visitas-sorpresa-lleva-esperanza-a-campos-del-pais/>

Instituto de Recursos Hidráulicos (INDRI, 1982) *Programa de Manejo de Cuencas.*

Isa, M. (2014), 29 enero. *Crece erosión hídrica que arrastra hacia el mar suelos deforestados.* Hoy Digital, El País, Recuperado el 29 de enero 2014 de <http://hoy.com.do/crece-erosion-hidrica-que-arrastra-hacia-el-mar-suelos-deforestados/>

Jesús y Acosta (2015) *Mejorar las condiciones ambientales de la red hídrica de las regiones Cibao Sur y Cibao Orienta.* Universidad Tecnológica Del Cibao Oriental (UTECO).

León, J. (1987) *Botánica de los Cultivos.* (2da Ed.). Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA).

Lopez Vicente, M. (2007) *Erosión y redistribución del suelo en agroecosistemas mediterráneos: Modelización predictiva mediante SIG y validación con 137Cs (Cuenca de Estaña, Pirineo Central) Departamento de Ciencias de la Tierra (Área de Geodinámica Externa) Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza.* Recuperado en Diciembre de 2007 de <https://zagan.unizar.es/record/1921?ln=es>

Marín, A. (2008) *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Clasificación De La Investigación.* Recuperado el 7 de marzo del 2008 de <https://metinvestigacion.wordpress.com/>

Mercedes, J. (2006) *Guía Técnica Cultivo del Bambú* (CEDAF) Recuperado el 11 de Julio de 2008 de <http://www.cedaf.org.do/centrodoc/ebook/bambu.pdf>

Montiel, M. (1998) *Cultivo y Uso del Bambú en el Neotrópico.* (Vol.46). Costa Rica: Revista de Biología Tropical.

Noire, A. (s.f.) *Propiedades del Bambú para las Articulaciones y la Piel.* Recuperado el 24 de febrero 2015, de <http://alimentosparacurar.com/n/154/propiedades-del-bambu-para-las-articulaciones-y-la-piel.html>

Rivero, D. (2008) *Metodología de la Investigación*. Editorial Shalom. Recuperado de <http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>

Romero, R. (s.f.) *Capítulo III. Metodología de la Investigación*. Recuperado el 19 de Junio del 2008 de http://ocwus.us.es/didactica-y-organizacion-escolar/investigacion-en-medios-1/investigacion_medios/recursos/rosalia.pdf

Rosa, Mirta (2011) *Bambú*. Recuperado el 13 de abril del 2011 de <http://grupos.emagister.com/debate/bambu/13990-783127>

Sierra Exportadora (2013) *Sierra Exportadora promueve la siembra del bambú para la DEFENSA RIBERENA Y ESTABILIZACION DE TAULUDES*. Recuperado el 24 de Septiembre del 2013 de <http://www.sierraexportadora.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/BaMBU-Defensa-Riberena.pdf>

Tarbut, E. J., Lutgens, F. K. (2005) *Ciencias de la Tierra*, (8.^a Ed.). Pearson Educación S. A.

USDA, National Genetic Resources Program. (2013) *Germplasm Resources Information Network*. Recuperado el 23 de marzo 2013 de http://coin.fao.org/coinstatic/cms/media/15/13642263954460/folleto_bambu.pdf

Utilidades del Bambú (2012) Recuperado el 25 de octubre de 2012 de <http://sobreelbambu.blogspot.com/>

Vélez, S. (s.f.) *LA GUADUA ANGUSTIFOLIA “El Bambú Colombiano”*. Recuperado el 08 de Septiembre de 2015, de http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6130/06_ESD_Cos_pp_35_81.pdf;jsessionid=D2DCB1892F84658B449F58DBEBD829B4.tdx1?sequence=6

Wagner, K. (2013) *Hongo blanco en bambú*. Recuperado el 02 de Febrero de 2013 de http://www.ehowenespanol.com/hongo-blanco-bambu-info_226089/

Watkins, D. (2012) *Cómo propagar los tallos de bambú*. Recuperado el 11 de agosto de 2012, de http://www.ehowenespanol.com/propagar-tallos-bambu-como_115319/

Anexos



Figura 22: Visita al tramo objeto de estudio.
Fuente: Propia. Rio Yuna, Bonao, 2016.



Figura 23: Visita a Cotui Ribera del Rio Yuna.
Fuente: Propia. Rio Yuna, Cotui, 2016.



Figura 24: Visita a Cotui (UTECA) acompañados de los Ing. Arismendi y Ana.
Fuente: Propia. Rio Yuna, Cotui, 2016.



Figura 25: Ribera Erosionada tramo objeto de estudio.
Fuente: Propia. Rio Yuna, Bonaó, 2016.



Figura 26: Tramo objeto de estudio.
Fuente: Propia. Rio Yuna, Bonao, 2016.



Figura 27: Plantaciones Agrícolas adyacentes al tramo.
Fuente: Propia. Rio Yuna, Bonao, 2016.



Figura 28: Sistema Radicular del Rizoma del Bambú.
Fuente: Propia. Vivero UTECO, Cotui 2016.



Figura 29: Siembra de Bambú en la Ribera del Rio Yuna.
Fuente: Jornada de Reforestación R.D., 2015.



Figura 30: Siembra de Bambú en la Ribera del Rio Yuna.

Fuente: Jornada de Reforestación R.D., 2015.



Figura 31: Visita a Cotui Siembra de Bambú en la Ribera del Rio Yuna.

Fuente: Propia. Viviero UTECO, Cotui 2016.



Figura 32: Visita a Cotui Siembra de Bambú en la Ribera del Rio Yuna.
Fuente: Propia. Vivero UTECO, Cotui 2016.



Figura 33: Siembra de Bambú en la Ribera del Rio Espejo (Colombia).
Fuente: Ximena Londoño.